農業研究

第二十三卷　第一期

目　次

水稻雜種優勢之研究……………………………鄧耀宗、許東暉………1
Ⅲ　不同栽培環境對品種間雜種第二代稻穀產量及其構成要素之研究

水稻粒型之遺傳研究……………………………張德梅………9

稻熱病病原菌生理型之研究……………………簡錦忠………16

控制透氣性包裝袋內大氣成分對新鮮水果蔬菜保鮮技術之研究……………………………林學正………38

小菜蛾寄生小繭蜂之大量繁殖與田間釋放……………………………邱瑞珍、錢景泰等………48

塑膠菇舍粗緣癭蠅幼蟲之研究…………………林珪瑞、倪秋華………60

應用微生物捕食性線虫 *Aphelenchus avenea* 防治亞麻黃麻腰折病之研究…………………程永雄、杜金池………75

臺北市羅斯福路四段

臺灣省農業試驗所出版

中華民國六十三年三月

水稻雜種優勢之研究

Ⅲ、不同栽培環境對品種間雜種第二代稻谷產量及其構成因素之效果[1]

許東暉、鄧耀宗[2]

一般雜種優勢之利用，必具備二個基本條件，即穀粒產量具有優勢之組合，及產生雜種種子，合乎經濟原則。前者張氏（1971）及筆者（1969）等曾選出數組合，水稻雜種第一代（F_1），不僅生長健旺，且在產量方面亦具有雜種優勢。水稻為一自花授粉作物，如以人工方法生產大量 F_1 雜交種子，目前不但困難，且不合經濟原則。因此在未有效找出能大量生產 F_1 雜交種子方法之前，第二代雜種（F_2）之利用，頗值得重視。據 Jennings（1965）在 IRRI以 B 5711 A—18—6×Tainan 3 與 Chianung 242×BPI－76等二組合之雜種，每公頃施用 0, 50及100 公斤等三種不同量之氮肥環境下，由於雜種之營養生長過於茂盛，發生互相遮蔭現象，使其穀粒產量未具有雜種優勢之表現。本省位於亞熱帶，水稻營養生長似不如在熱帶旺盛，發生相互遮蔭可能不致太嚴重。因此本試驗目的，欲探討提高氮肥施用量或增加栽植密度，對 F_2 穀粒產量及其產量構成因素等之影響。

試驗材料及方法

供試材料為臺中65號與臺南3號，及光復401號與臺農38號等兩組合之雜交第二代，並加上其親本及二對照種，共8組合（品種），於民國60年第一、二期作在臺北本所進行。田間試驗採用雙裂區設計法（Split—split—plot design），以肥料為主區，組合（品種）為第一副區，株距為第二副區，4重複，每一第二副區6行，每行17株，小區面積5.1 平方公尺，每欉3－5本苗。各處理之設計如下：

1.肥料用量：普肥區（$N : P_2O_5 : K_2O = 80 : 60 : 60$kg/ha）……………… N_1
　　重肥區（$N : P_2O_5 : K_2O = 120 : 60 : 60$ kg/ha）……………… N_2

2.組合或品種：F_2（臺中65號×臺南3號）……………… V_1
　　臺中65號……………… V_2
　　臺南3號……………… V_3
　　F_2（光復401號×臺農38號）……………… V_4
　　光復401號……………… V_5
　　臺農38號……………… V_6
　　臺農育61號(ck_1)……………… V_7
　　臺北309號（ck_2）……………… V_8

3.行、株距：普植區（25×20公分）……………… S_1
　　密植區（25×10公分）……………… S_2

本研究獲中正科學技術研究基金會研究補助費，試驗經費承農業研究中心補助，謹此誌謝。

1.試驗報告農試字第六三七號

2.臺灣省農業試驗所技士

調查項目計有生長初期生育調查，記載抽穗期、並於成熟時調查株高，有效分蘗，倒伏程度、病蟲害等。每試區割15株攜回室內考種，調查一穗粒數、結實率、千粒重、穗長、穗重等。其餘分區收穫，以計算穀粒產量。田間管理及肥培均依慣行法實施。

試驗結果

1.生育概況

供試各處理之生育情形如表1。移植後35天之植株高度，在同肥料施用量之環境下，不同栽植密度間之差異甚微，但較顯明的是重肥區株高較普肥區高達5公分左右。此種現象至成熟期，仍有同樣趨勢，尤其在重肥普植區比普肥密植區之株高高12公分之多。 F_2 在生育初期比親本或對照種爲高，但至後期此種差異却不明顯。每株分蘗數，不論輕肥或重肥區，普植均較密植多，但以單位面積計算，則密植處理遠較普植者多40%左右。於同栽植密度之下，肥料對分蘗影響不大。生育總日數，第一期作重肥區顯著較輕肥區多2－8天，同肥料施用量則普植區較密植區晚熟。第二期作至生長後期，由於低溫影響，各處理間之差異不大，但第一、二期作輕肥密植區均較其他處理早熟。

2.處理間間稻穀產量及其產量構成因素：

各試區之供試材料，成熟後分別收割，經乾燥及風選之精穀重如表2，其變方分析之結果如表3。

表1. 水稻 F_2 羣體及品種在不同株距及氮肥下對株高、分蘗數及生育日數的影響

Table 1. Plant height, no. of tillers and growth duration of F_2 populations and rice varieties under four different growing conditions

Treatment	35 days after transplanting												Duration from transplanting to harvesting (Days)					
	Plant height (cm)						No. of tillers*											
	1st crop			2nd crop			1st crop			2nd crop			1st crop			2nd crop		
	F_2	P	CK	F_2	P	CK	F_2	P	CK	F_2	P	CK	F_2	P	CK	F_2	P	CK
S_1N_1	49.6	48.0	47.7	65.6	62.9	60.3	24.2 (1597)	23.8 (1571)	23.3 (1538)	15.5 (1023)	15.7 (1036)	16.0 (1056)	115	111	113	105	107	109
S_1N_2	51.1	50.2	50.1	62.8	63.1	62.7	26.6 (1756)	27.1 (1789)	28.1 (1855)	14.4 (950)	14.9 (983)	15.5 (1023)	118	113	116	108	107	109
S_2N_1	49.3	46.7	46.6	633.	61.8	60.3	17.3 (2249)	18.1 (2353)	18.2 (2366)	10.5 (1365)	10.9 (1417)	10.2 (1326)	112	111	107	102	103	107
S_2N_2	52.5	50.4	50.4	63.4	62.7	62.8	18.6 (2418)	18.1 (2353)	18.2 (2366)	10.4 (1352)	10.5 (1365)	11.4 (1482)	115	115	115	107	105	108

* Figures in parentheses are the number of tillers per $3.3m^2$

表 2. 水稻 F_2 羣體及品種在四種不同栽培環境下之稻穀產量

Table 2. Grain yields of F_2 populations and rice varieties under four different growing conditions

Varieties	First crop, 1971					Second crop, 1971				
	N_1		N_2		Mean	N_1		N_2		Mean
	S_1	S_2	S_1	S_2		S_1	S_2	S_1	S_2	
V_1	4269	4586	4147	4600	4401 abc*	3220	3173	3406	3379	3295 bc*
V_2	4460	4548	4200	3954	4291 bc	2926	3005	3010	3070	3003 c
V_3	4473	4176	3901	4051	4150 c	3291	3369	3372	3302	3334 bc
V_4	4595	4473	3814	3847	4182 c	3101	3345	3091	3164	3175 bc
V_5	4212	4499	3889	4000	4150 c	3311	2948	3270	3131	3165 c
V_6	4503	4561	4328	4107	4375 abc	3110	3150	3103	3229	3148 c
V_7	4702	4829	4569	4542	4661 a	3607	3663	3569	3311	3538 ab
V_9	4663	4705	4393	4469	4558 ab	3667	3646	3714	3612	3660 a

* Means not followed by the same letter are significantly different at 5% level of probability according to Duncan's Multiple Range Test.

表 3. 稻谷產量之變方分析

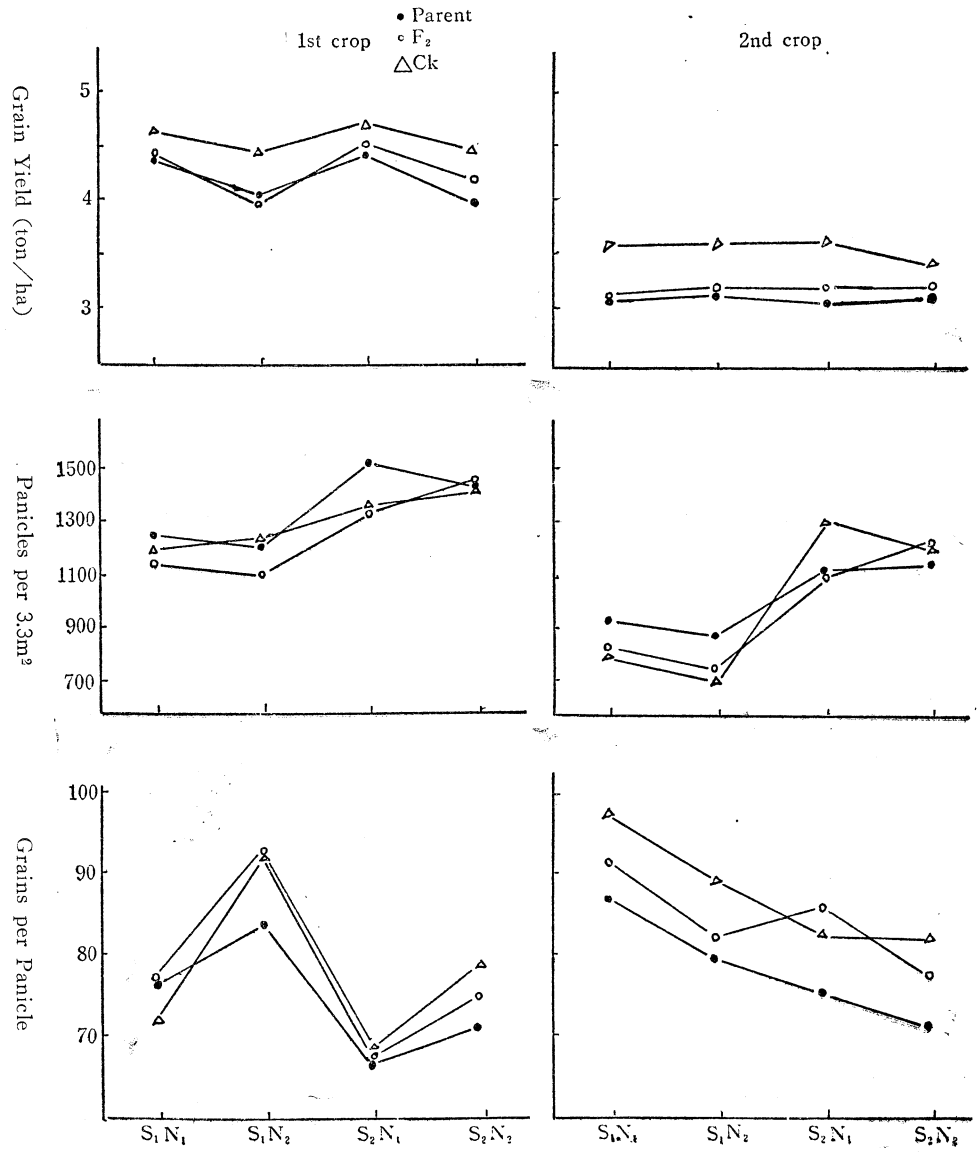
Table 3. Variance analysis of the grain yields

Source of variation	df	S. S.		M. S.		Fvalue	
		First crop	Second crop	First crop	Second crop	First crop	Second crop
重複 (R)	3	85359.9	985003.7	28453.3	328334.6	0.05	1.576
肥料 (N)	1	3706003.2	44887.6	3706003.2	44887.6	6.64	0.215
機差 (Ea)	3	1672614.6	625065.7	557538.2	208355.2	—	—
組合 (V)	7	4069078.3	6235677.8	581296.9	890811.1	3.84**	4.06 **
肥料×組合 (Nxv)	7	1008127.8	192308.2	144018.3	27472.6	0.95	0.125
機差 (Eb)	42	6352519.4	9213411.2	151250.5	219366.9	—	—
株距 (S)	1	86320.2	2007.7	86320.2	2007.7	0.3	0.017
肥料×株距 (Nxs)	1	3676.5	2.3	3676.5	2.2	—	0.00002
組合×株距 (Vxs)	7	769665.1	457073.1	109952.2	65296.2	0.38	0.546
肥料×株距×組合 (Nxsxv)	7	476165.0	204704.9	68023.6	29243.9	0.24	0.244
機差 (Ec)	48	13585193.3	5741369.4	283024.9	119611.8	—	—
總和	127	24557826.3	13863034.7	—	—	—	—

** Significant difference at 1% level of probability.

稻谷產量經變方分析結果，僅品種間的差異達1％的顯著水準，其餘變因，無論在第一期作或第二期作均無顯著差異（表3），表示 F_2 世代在不同栽培環境下，與一般栽培品種的反應相類似。品種間以臺農61號及臺北 309 號產量最高，其餘品種與 F_2 世代間的產量均無顯著差異。 F_2 （臺中65號×臺南3號）的產量在第一期作較其親本臺中65號或臺南3號的產量均高，在第二期作則介於兩親本之間。而 F_2 （光復401號×臺農38號）的產量在第一期作介於其親本光復401號與臺農38號之間，在第二期作則優於其親本。就品種與期作的平均而言， F_2 世代的產量比其親本的平均產量爲高，雖然其差異很有限。F_2世代、親本及對照品種在不同株距與不同氮肥下的反應如圖 1。

由圖1可知 F_2 世代在四種不同栽培環境下的反應，與其親本或對照品種均相類似。在第一期作以氮肥的施用量對稻谷產量影響較大，重肥區的產量無論在普植或密植的條件下，均比普肥區爲低。第二期作無論株距或氮肥用量對 F_2 世代，親本或對照品種均無明顯的效果，但對照品種在重肥密植的環境下有減產的趨勢。在穗數方面，密植使每欉穗數下降，却提高了單位面積穗數。這種現象兩期



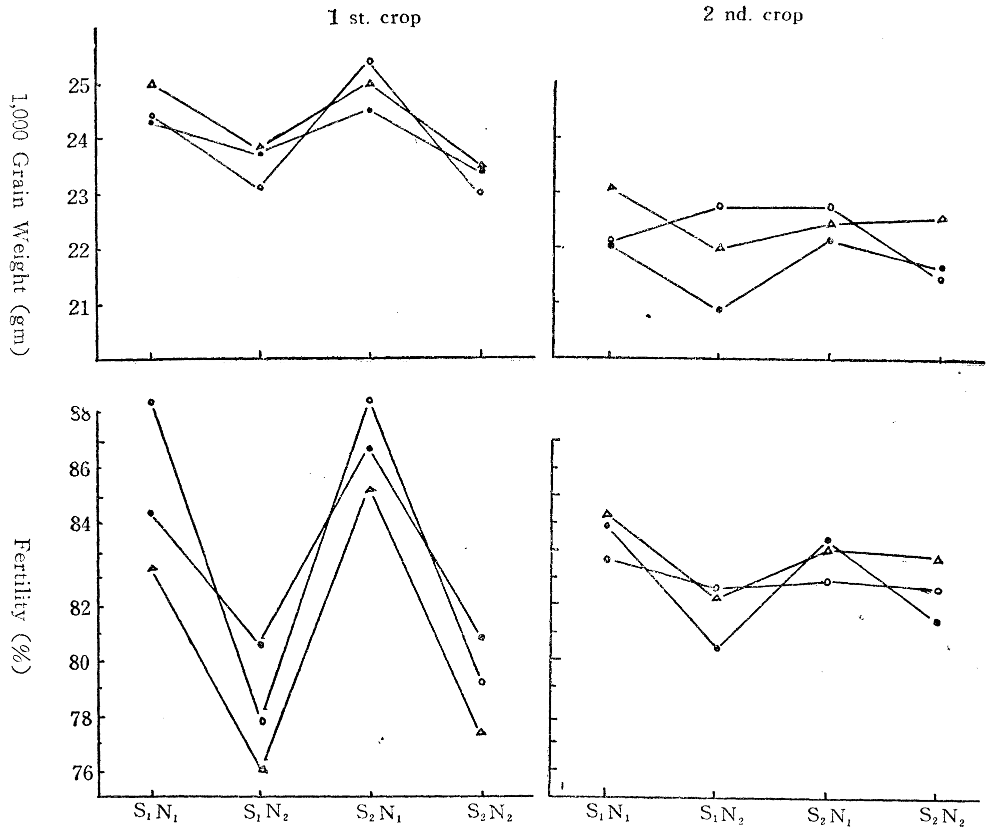


圖 1. 水稻 F_2 羣體及品種在四種不同栽培環境下對產量及產量構成要素之反應

Fig 1. Responses of F_2 population and rice varieties to grain yields and yield components under four different gowing conditions.

作均有相同的趨勢，而以第二期作結果更爲明顯。 F_2 世代在不同環境下對穗數的反應，與其親本或對照品種大致相同，而不同氮肥施用量的效果不明顯。期作間以第一期作的穗數較多。平均一穗粒數方面，第一期作與第二期作的反應並不一致。第一期作以普植重肥處理的一穗粒數最多，以密植普肥區的一穗粒數最少，表示在同一品種，同一株距之條件下，增施氮肥可以增加一穗粒數，品種間及F_2世代的反應亦頗一致。第二期作以普植普肥區的一穗粒數最多，以密植重肥區的一穗粒數最少，即一穗粒數隨株距之縮短及肥料量之增加而遞減。品種間除 F_2 世代在密植普肥有增加一穗粒數的現象之外，大體上有相同的趨勢。千粒重方面以氮肥施用量的影響力較大，即氮肥施用量增加，其千粒重稍微下降。結實率方面亦以肥料處理的影響力較大，且第一期作比第二期作更明顯。又無論第一期作或第二期作，重肥區的結實率都有偏低現象。

討 論

本試驗的結果，顯示 F_2 羣體在不同栽培環境下的反應，大體上與其親本或對照品種相同。一般推廣品種的栽培試驗已有許多不同的報告：蘇等 (1966) 在高屏地區以 27cm×13.5cm的行株距試驗結果，比正條密植法增產12%左右。張 (1968) 以嘉農 242 號及臺南 3 號爲供試材料的試驗結果，在行距 30cm 的環境下，株距由 20cm 縮短到 5 cm，其產量最高僅增加6.5%。密植之能增產，主要係由於單位面積穗數的增加。而本試驗的結果，株距的縮短雖可增加單位面積穗數，但因每穗粒數減少

，使其對產量的影響，相互抵消。株距對單位面積穗數與每穗粒數的影響與張（1968）的報告相符合，可是對另外兩項產量構成要素，包括對結實率與千粒重的影響，效果並不一致。本試驗的結果，株距對結實率與千粒重無明顯的效果；但在嘉義的試驗結果（張，1968）縮短株距却能提高千粒重及結實率。可能在臺灣中南部日照較多，在密植的環境下水稻彼此間遮蔭的程度不及臺北地區嚴重，所以密植雖使穗變小，而有益於千粒重及結實率的提高。

肥料對稻谷產量及產量構成要素的影響，除了對單位面積穗數的效果較差之外，均較株距的效果爲大。增加氮肥施用量結果，在第一期作很明顯的增加每穗粒數，但降低結實率及千粒重。第二期作因受後期低溫的影響，不同品種間反應頗不一致，但以 F_2 羣體在不同栽培環境下的變異較小。此結果與楊等（1965）的報告相同，即氮肥增施並無增產的效果，但與張（1968）的結果不一致。嘉義分所（張，1968）的報告指出，氮肥量由 80kg/ha 增加到 160kg/ha，可使稻谷產量增加22%，增產主要係因肥料增施而增加單位面積穗數與結實率之結果。表示臺北地區氮肥的效應較差，除了在第一期作的普植區於生育初期可以增加一株分蘖數之外，對分蘖數、穗數、千粒重、結實率及稻谷產量均無效果。在第一期作增肥區雖可提高每穗粒數，但一穗粒數的增加反造成結實率及千粒重的低減。因此，水稻的栽培除了其本身品種的特性之外，日照、氣溫等氣候因素亦可影響其所需之株行與距肥料量，而且水稻本身似亦具有相當大的調節能力，以補償因某一產量構成要素低減而引起的損失。

摘　要

本試驗主要目的，在探討 F_2 羣體在不同栽培條件下對稻谷產量及產量構成要素的影響。供試材料有臺中65號， F_2 （臺中65號×臺南３號），臺南３號；光復 401 號， F_2（光復401×臺農38號），臺農38號及臺農61號，臺北309號等８組合。行株距兩處理，即 25cm×20cm及25cm×10cm；肥料兩處理，即 N-P_2O_5-K_2O分別爲 80—60—60及120—60—60（kg/ha）。試驗結果以對照品種臺農61號的產量最高，臺北 309 號居次，臺中65號的產量最差。兩 F_2 羣體的平均產量比其四親本的平均數爲高。 F_2 羣體在四種不同栽培環境下的反應，一般而言，均與其親本或對照品種相一致。在第一期作密植對產量無顯著的效果，雖然單位面積穗數因密植而增加，但一穗粒數則相對的減少。增肥在普植區可以增加一穗粒數，却使千粒重及結實率下降，結果產量低減。增肥密植的結果，一穗粒數並無顯著的增加，千粒重及結實率却顯著的下降，而使產量低落。第二期作除密植顯著的增加單位面積穗數之外，不同栽培環境對水稻的產量及產量構成要素無明顯的效果，但 F_2 羣體在不同栽培環境下的變異範圍似較其他品種爲小。水稻本身似具有相當的調節力量，以適應不同的栽培環境。

參考文獻

1.邱善美，1968：水稻肥料分施與稻谷產量之影響，農業研究17（３）１—６。

2.吳育耶、林富雄，1968：水稻品種特性與肥料反應，科學農業16（9,10）251—254。

3.許東暉、洪信雄、鄧耀宗、黃眞生，1969：水稻雜種優勢之研究，Ⅰ.水稻品種間雜種第一代優勢之初步測定，農業研究18（３）：１—16。

4.許東暉、黃眞生、鄧耀宗、邱善美，1971：水稻雜種優勢之研究，Ⅱ.水稻品種間雜種第一代於不同栽培環境之適應性研究，農業研究20（２）１—８。

5.楊方平、陳源泉，1965：水稻品種產量對氮肥之反應及期作不同之差異，農業研究14（２）43—48。

6.張萬來、楊遜謙，1965：生育環環對稻谷產量及產量構成因素之效果，農業研究14（２）23—31。

7.張萬來、楊遜謙，1966：水稻分施與栽植密度對產量及產量構成因子及其主要農藝性狀之效果（三），農業研究15（１）１—７。

8.張萬來，1968：水稻品種對栽植密度及氮素肥料之效應，農業研究17（４）１—13。

9.鄧耀宗、邱善美、張鋼鎚、許東暉、黃眞生，1970：水稻臺南5號、臺中184號及其混合品種與 F_2 羣體對稻熱病抵抗性及產量之影響，農業研究19（3） 1—13。

10.蘇俊茂、吳育郎、黃金光，1966：高雄品種水稻寬行密植增肥栽培之效果，科學農業14 (5,6) 164—169。

11. Jennings, P. R., 1967 : Rice heterosis at different growth stage in tropical environment. IRC Newsletter 16 (2) 24—26.

12. Matsuo, T., 1965 : Varietal responses to nitrogen and spacing, In the Mineral Nutrition of the Rice Plant, the Johns Hopkins Press, U.S.A. pp. 437—448.

STUDIES ON THE HYBRID VIGOR OF RICE (Ⅲ) THE RESPONSES IN GRAIN YIELD AND YIELD COMPONENTS OF F_2 POPULATIONS AND VARIETIES UNDER FOUR DIFFERENT GROWING CONDITIONS[1]

By

T. H. Hsu and Y. C. Teng[2]

Summary

The objective of this experiment is to compare the responses in grain yield and yield compoents of F_2 populations to that of their parents as well as commercial rice varieties under four different growing conditions. Two F_2 populations, Taichung 65 x Tainan 3 and Kwanfu 401 × Tainung 38 ; four parents, Taichung 65, Tainan 3, Kwanfu 401, and Tainung 38 ; and two commercial varieties, Tainung 61 and Taipei 309 were used as experimental materials. Two spacings, 25cm x 20cm and 25cm x 10cm, and two nitrogen levels, 80 and 120 kg/ha of pure nitrogen were combined into four different growing conditions, and all F_2 populations and varieties were planted under the four treatments. The field layout was a split-split plot design with four replications.

In general, the respones in grain yield and yield components of the two F_2 populations under four different growing conditions revealed the same tendency as their parents and the two commerial varieties. In first crop of 1971, close spacing increased the panicles per unit area, but decreased the grain number per panicle, showed little response in grain yield. The high rate of nitrogen application positively responsed in grain number per panicle, but negatively responsed in 1,000 kernel weight, percentage of fertility, and grain yield. The close spacing with high rate of nitrogen application could only decline the 1,000 kernel weight, percentage of fertility and grain yield.

In second crop of 1971, all the materials planted under different spacings and nitrogen applications did not show any clear trend in grain yield and yield components except the close spacing did increase panicles per unit area. The responses in grain yield and yield components of F_2 populations, however, showed a little bit narrower range of variation than the rice varieties under the four growing conditions. The data of this experiment also indicated that rice plant has the ability of compensation through its yield components under different growing conditions.

---

1. Serial number (Q) —637
2. Specialists of Taiwan Agricultural Research Institute

水稻粒型之遺傳研究[1]

張 德 梅[2]

一、緒 言

水稻谷粒有短、中、長三型，粒長除主要遺傳因子 (Major gene) 支配外，另受微量遺傳因子 (Minor gene) 所控制。不同雜交組合之不同基因間關係如何，其在後代之表現如何，在育種上甚爲重要。通常產量受穗數、穗重及每穗粒數等三基本因素所控制。多穗型 (Multi-eared type) 與重穗型 (Heavy-eared type) 兩者有負相關關係，此兩產量性狀之遺傳率甚低；粒重爲構成產量之最基本單位，而谷粒之長 (l) 、寬 (w) 、厚 (t) 爲構成粒重之單位， 因此，粒型與產量之關係密切。本試驗研究水稻粒型之遺傳行爲與株高、穗數及百粒重等之相關關係，以作稻選育時之參考。

二、試驗材料與方法

(一) 試驗材料：1.長粒型品種：P_1 (7815) ，由美國引進，株高平均97.6公分，分蘖少。2.中粒型品系：P_2 (C_{2180}) ，由放射線處理後之突變品系，株高平均70公分，分蘖多；P_3 (H_{103}) ，由突變品系與稗稈稻之後代中選出，株高平均64公分，分蘖多。

(二) 試驗方法：將長粒型與二中粒型品系雜交，即$P_1 \times P_2$ 及 $P_1 \times P_3$。種植第一代，第二代及第三代，單本植，每代種植時均同時種植雙親50株作爲對照，一切管理爲臺灣慣行法。成熟期調查株高 (cm) ，穗數，收穫後調查百粒重 (gr) 及谷粒之長 (l) 、寬 (w) 、厚 (t) (單位m m) 。根據資料統計各性狀之變方、頻度分佈、遺傳率、遺傳和環境等之相關關係。

1. 變方計算公式：

$$S^2 = \frac{\Sigma fi(xi)^2 - \frac{(\Sigma fixi)^2}{\Sigma fi}}{\Sigma fi - 1}$$

xi 爲各性狀之變數

fi 爲各性狀之變數所出現之頻度

2. 遺傳率之計算法：

(1) 第二代之遺傳率，係以親代之變異估計其環境變異相減之。

(2) 第三代之遺傳率，採用親子迴歸法。

3. 外表型 (rP) 、遺傳型 (rG) 及環境 (rE) 等之相關關係，依據下列公式計算：

$$rP = \frac{Cov.xy\ F_2}{\sqrt{Vx\ F_2 . Vy\ F_2}}$$

$$rG = \frac{Cov.xy\ F_2 - Cov\ xyE}{\sqrt{(Vx\ F_2 - VxE)(VyF_2 - VyE)}}$$

$$rE = \frac{Cov.xyE}{\sqrt{VxE \cdot Vy\ E}}$$

三、結果及討論

(一) 兩雜交組合第二代及第三代粒型之平均值、變方及頻度分佈

本研究承國家科學委員會之補助，謹此誌謝。
1.試驗報告農試字第六三八號
2.臺灣省農業試驗所技佐

孟德爾定律最大特點是相對性狀間有明顯的區別，例如顏色性狀之遺傳，在第二代之分離比，可確定其係受若干對遺傳因子所控制，此種可從其本質上辨別的性狀，一般又稱爲「質的性狀」。事實上，植物若干重要經濟性狀，如水稻粒型，因祇能用一定數量表達（如長度），一般特稱之爲「量的性狀」，其遺傳行爲在後代之分離情形是一種連續性分佈 (Continuous distribution)，平庸之個體最多，成爲曲線中之衆數 (mode)，居於曲線兩端之最劣與最優者甚少（如表 1 ～ 4），因此，長粒型之品種在選拔上比較困難。

表 1. 谷粒長在第二代及第三代之分佈情形

Table 1. The means, variances and frequency distributions for grain length of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm													Total	$\bar{x}$	S^2	S
	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0				
P_2	—	3	23	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	32	7.0375	0.0218	0.1476
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	—	11	30	56	87	79	51	30	4	1	—	349	7.8819	0.0987	0.3142
F_3 ($P_1 \times P_2$)	3	8	15	51	71	81	71	52	33	14	5	1	—	405	7.6474	0.1536	0.3919
P_1	—	—	—	—	—	—	—	6	15	10	1	—	—	32	8.2375	0.0244	0.1562
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	2	2	39	63	75	65	34	21	4	1	1	307	7.8443	0.1005	0.3170
F_3 ($P_1 \times P_3$)	3	5	15	25	41	66	40	45	21	12	5	—	—	278	7.6683	0.1624	0.4032
P_3	—	4	7	16	5	—	—	—	—	—	—	—	—	32	7.1375	0.0321	0.1792

表 2. 谷粒寬在第二代及第三代之分佈情形

Table 2. The means, variances and frequency distributions for grain width of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm															Total	$\bar{x}$	S^2	S
	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1				
P_2	—	—	—	—	1	3	22	2	4	—	—	—	—	—	—	32	3.3156	0.0078	0.0883
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	1	—	1	2	10	40	73	123	62	30	6	1	—	349	3.5831	0.0193	0.1389
F_3 ($P_1 \times P_2$)	2	2	2	7	19	47	83	97	74	40	24	5	2	1	—	405	3.3911	0.0343	0.1997
P_1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	9	11	8	—	1	32	3.7844	0.0136	0.1166
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	—	—	2	5	18	38	65	87	54	29	7	1	1	307	3.5730	0.0249	0.1578
F_3 ($P_1 \times P_3$)	—	—	—	5	16	20	48	73	58	33	16	8	1	—	—	278	3.4191	0.0299	0.1729
P_3	—	—	—	—	2	8	11	11	—	—	—	—	—	—	—	32	3.2969	0.0087	0.0933

表 3. 谷粒厚在第二代及第三代之分佈情形

Table 3. The means, variances and frequency distributions for grain thickness of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm											Total	$\bar{x}$	S^2	S
	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8				
P_2	—	—	1	6	15	7	1	2	—	—	—	32	2.2219	0.0121	0.1100
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	3	4	53	149	114	24	2	—	—	349	2.3281	0.0085	0.0922
F_3 ($P_1 \times P_2$)	2	3	19	64	98	134	60	16	6	—	3	405	2.2556	0.0197	0.1404
P_1	—	—	—	—	5	16	10	1	—	—	—	32	2.3219	0.0056	0.0748
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	2	5	36	101	124	37	2	—	—	307	2.3495	0.0094	0.0970
F_3 ($P_1 \times P_3$)	1	1	21	56	69	72	45	11	1	—	1	278	2.2360	0.0192	0.1386
P_3	—	—	6	8	8	6	2	2	—	—	—	32	2.1875	0.0205	0.1432

表 4. 谷粒體積在第二代及第三代之分佈情形

Table 4. The means, variances and frequency distributions for grain volume(length×width ×thickness) of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm^3																	Total	$\bar{x}$	S^2	S
	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96				
P_2	—	—	—	1	5	16	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	52.3750	9.6613	3.1083
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	—	—	—	3	12	55	123	96	46	13	—	1	—	—	—	349	65.6504	22.6476	4.7589
F_3 ($P_1 \times P_2$)	1	—	1	8	22	54	79	112	81	26	11	4	3	1	—	1	1	405	59.2395	50.8658	7.1320
P_1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	8	15	6	1	—	—	—	—	32	71.3750	15.5968	3.9493
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	—	—	1	3	8	50	74	91	56	17	6	—	1	—	—	307	66.6710	30.7509	5.5453
F^3 ($P_1 \times P^3$)	—	—	2	8	15	32	67	72	46	23	12	1	—	—	—	—		278	58.7626	42.9398	6.5528
P_3	—	—	—	5	10	7	9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	32	51.0000	23.7419	4.8726

(二) 兩雜交組合第二代及第三代之遺傳率

遺傳率的大小，表示某一性狀受遺傳和環境的影響究以何者爲大，此可作爲選種效率的參考。由表 5 可知，除谷粒厚、谷粒體積及穗數在第二代之遺傳率較低外，谷粒長、寬、株高及百粒重等在第二代之遺傳率均頗高，因此，長粒型品種之選拔，在第二代即可進行。

表 5. 粒型、株高、穗數及百粒重之遺傳率

Table 5. Heritability estimates for seven agronomic characters in various crosses.

性 狀 Characters	雜交組合 Crosses / 子代 Offspring	$P_1 \times P_2$ (%)	$P_1 \times P_3$ (%)
谷粒長 (mm)	F_2	76.60*	71.84*
Grain length (l)	F_3	59.38±7.05*	72.08±10.23**
谷粒厚 (mm)	F_2	0	0
Grain thickness (t)	F_3	76.73±21.45*	30.00±39.93

谷粒寬 (mm) Grain width (w)	F_2	44.56*	55.02*
	F_3	20.68±36.64	45.23±15.24
谷粒體積 (mm³) Grain volume (l×w×t)	F_2	44.24	36.04
	F_3	39.35±3.87	50.87±0.34*
株 高 (公分) Plant height (cm)	F_2	82.57**	85.46**
	F_3	61.65±0.11*	26.71±0.17
穗 數 Panicle number	F_2	0.96	25.31
	F_3	20.48±1.32	23.33±0.69
百粒重 (克) Weight of 100 grains (gr)	F_2	73.40**	85.32**
	F_3	10.30±6.29	32.10±5.26

Note: * Significant at 5% level
** Significant at 1% level

(三) 粒型、株高、穗數及百粒重等之相關關係

表 6. 各性狀間第二代之表現型、遺傳型及環境之相關關係

Table 6. Phenotypic, genotypic, and environmental correlation coefficients between characters of F_2 populations.

表 現 性 狀 Characters	相 關 關 係 Correlation coefficients					
	$P_1 \times P_2$			$P_1 \times P_3$		
	rP	rG	rE	rP	rG	rE
粒長 Grain length (l)						
粒寬 Grain width (w)	−0.2647**	−0.4652	0.2411	—	—	0.2832
粒厚 Grain thickness (t)	−0.9652**	—	−0.0284	0.7241**	0.9674**	−0.0008
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³	0.5435**	0.7196**	0.4281*	0.5573**	0.7672**	0.3986*
株高 Plant height (cm)	0.0498	0.0173	−0.0046	—	—	0.0792
穗數 Panicle number	0.7084**	—	0.0304	0.3915**	0.6766**	0.1037
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.6137**	0.7920**	0.0348	0.1986*	0.2834	−0.0767
粒寬 Grain width (w)						
粒厚 Grain thickness (t)	−0.5029**	—	0.2000	0.7385**	0.7325**	0.2482
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³	0.5968**	0.5214*	0.7272**	0.6952**	—	0.9637**
株高 Plant height (cm)	0.7189**	0.9568**	0.0518	0.8137**	—	0.1338
穗數 Panicle number	−0.1149	—	−0.1350	0.8058**	—	−0.1044
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.2376*	0.2520	0.2100	0.2571	0.3561	0.0580

粒厚 Grain thickness (t)						
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³	−0.4837**	—	0.6955**	0.5738**	0.4790	0.8110**
株高 Plant height(cm)	−0.2367*	−0.4844	0.0924	0.7924**	0.9823*a	−0.0371
穗數 Panicle number	0.1498	—	−0.0166	0.3539**	0.7546**	−0.0894
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	−0.0459	−0.2723	0.2370	0.1973*	0.2444	0.0453
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³						
株高 Plant height(cm)	0.1813	0.2802	0.0856	0.4832**	0.8314**	0.0570
穗數 Panicle number	−0.3984**	—	−0.0558	0.0522	0.2797	−0.0745
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.6784**	—	0.2472	0.4992**	0.9099**	0.0501
株高 Plant height (cm)						
穗數 Panicle number	−0.0254	—	0.1020	0.2114	0.3380	0.0793
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.2284	—	0.0189	0.3894**	0.4516	0.0933
穗數 Panicle number						
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.0692	—	0.1024	0.0781	0.0440	0.0900

註：＊5％顯著平準 Significant at 5% level
　　＊＊1％顯著平準 Significant at 1% level

由表6.可知，兩性狀間相關係數之顯著與否，隨雜交組合而略有差異，玆以相關之研究結果略述如下：

1.谷粒長與谷粒寬：兩組合內之rP，rG，rE 均不顯著。

2.谷粒長與谷粒厚：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG顯著，另一組合則不顯著。

3.谷粒長與谷粒體積：兩組合內之三種相關均顯著。

4.谷粒長與株高：兩組合內之三種相關均不顯著。因此，矮株長粒之品種可產生。

5.谷粒長與穗數：$P_1 \times P_2$ 組合內之 rP 顯著，$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著。

6.谷粒長與百粒重：$P_1 \times P_3$組合內之 rP，rG 均極顯著，而另一組合則不顯著。

7.谷粒寬與谷粒厚：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著，另一組合則不顯著。

8.谷粒寬與谷粒體積：兩組合內之三種相關均顯著。

9.谷粒寬與株高：$P_1 \times P_2$ 組合內之 rP，rG 顯著，$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP顯著。

10.谷粒寬與穗數：$P_1 \times P_3$組合內之 rP 顯著。

11.谷粒寬與百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。

12.谷粒厚與谷粒體積：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP 顯著，又兩組合內之 rE 均顯著，可知谷粒厚受環境之影響甚大。

13.谷粒厚與株高及穗數：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著，另一組合則不顯著。

14.谷粒厚與百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。

15.谷粒體積與株高：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著，另一組合則不顯著。

16.谷粒體積與穗數：兩組合內之三種相關均不顯著。

17.谷粒體積與百粒重：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP 顯著，$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著。由於谷粒體積與百粒重之相關顯著，因此，選種時，除了粒長外，粒寬、粒厚之因素亦頗重要。

18.株高與穗數及百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。

19.穗數與百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。

四、摘　　要

本研究利用一個長粒型品種（7815）與兩個中粒型品系（C_{2180}）及（H_{103}）之雜交後代F_2，F_3爲材料，分析水稻粒型之遺傳行爲及粒型與株高、穗數、百粒重等間之相關關係，供稻品種選育時之參考。

1.谷粒之長（l）、寬（w）厚（t）及體積（l×w×t）在第二代及第三代之分佈成常態曲線，變異不大，超越高親本之數甚少。

2.谷粒長之遺傳率在第二代及第三代均頗高，因此，長粒型之選拔在第二代即可進行。谷粒寬之遺傳率第二代比第三代高，在第二代亦可進行谷粒寬之選種。但谷粒厚之遺傳率第二代爲O，係因親本之平均變方大於 F_2 變方，故遺傳變方爲負值，以O表示之，在理論上 F_2 變方須大於親本變方，此點有繼續研究之必要。

3.谷粒長與株高之相關不顯著，因此，長粒矮株之品種容易產生。粒長與百粒重之相關不穩定，隨雜交組合而異，故長粒非定爲粒重高。雖然粒寬、粒厚與百粒重之相關均不顯著，但谷粒體積與百粒重之相關顯著，又百粒重與產量之關係甚大，粒寬、粒厚影響谷粒體積之關係亦甚大，在選種時除粒長外、粒寬、粒厚之因素亦應同時考慮。

五、參考文獻

1.張萬來1964：移植法對水稻雜交第二代後裔農藝性狀變異及相關之影響。農業研究13(3)1—13。

2.湯文通1967：作物育種之原理與實施。臺灣大學出版大學用書128—142

3. Nei, Masatoshi1956 : The test of significance for heritability estimates. Japan. J. Plant Breed. 5 (4) : 1—6.

4. Warner, J. N.1952 : A method for estimating heritability. Agron. Jour. 44 : 427 —430.

STUDIES ON THE INHERITANCE OF GRAIN SHAPE OF RICE

by

Te-mei Chang

Summary

The present paper deals with the inheritance of grain shape, as well as the genetic correlation between grain shape and other yield component characters so as to obtain basic information for breeding long-or medium-long grains in the *japonica* varieties of rice. A strain, 7815, with large grains was crossed to two medium grain strains, C_{2180} and H_{105}, and their F_2 and F_3 populations were studied.

Various characters such as the number of panicles, length of panicle, weight of 100 grains, and length, width and thickness of grain were recorded and the data were analyzed to estimate heritability and genetic correlation.

The segregation pattern of grain length, width, thickness and volume as well as the other yield component characters were more or less the same in the F_2, F_3 populations. It was found all characters showed normal distribution, without a clear-cut dividing point.

The grain thickness, grain volume and panicle number heritability values were higher in F_3 than in F_2, whereas the other characters and values were usually higher in F_2 than F_3.

The phenotypic and genotypic correlations between grain volume and plant height, 100 grain weight were highly significant. In general, the higher plants produce longer and heavier grains, and the dwarf ones usually have short, round and smaller grains, with more but shorter panicles. In another experiment, the auther found that there was a positive correlation between plant height and 100 grain weight. Futher study is needed to breed an ideal variety of dwarf stature with more panicle and long grain.

稻熱病病原菌生理型之研究（1970—1972）[1]

簡　錦　忠[2]

一、前　言

稻熱病係亞洲及世界各地區最重要稻作病害之一。據美國農業部[32]報告，在美國稻作因病害損失者約6％，而稻熱病之損失在病害中又佔22.9%之多。Padmanabhan[30]指出印度10個省內統計受稻熱病之損失約0.01～9.78%。Padwick[31]報告在非洲5個國家調查結果受稻熱病之損失約1～15%。Goto[20]指出在日本1963～1970年之間受稻熱病之損失約1.4～7.3%。就臺灣言，據農林廳[9]統計六十一年度第一期稻作稻熱病發生面積爲葉稻熱病40,872公頃，穗稻熱病36,727公頃；第二期稻作葉稻熱病8,340公頃，穗稻熱病3,805公頃，由此可知稻熱病在稻作病害中之嚴重性。臺灣一般栽培水稻採兩期作制度，而稻熱病之發生第一期作較第二期作嚴重而普遍。據Hashioka[21]報告，五個年間在臺灣不同氣候區域，分別在七個場所試驗結果，品種間感病性之强弱雖略有差異，其主要原因包括種子之純度，稻株之自然變異，品種之生理反應以及病原菌之生理小種等，皆可影響稻熱病之發病程度。

自1922年佐々木[1]首次發表於育成抗稻熱病品種之研究中，發現稻熱病菌有不同病原性之菌系以來，學者曾自不同角度從事該病菌之生理的分化之研究。例如由①病菌在培養基上的性質；②病菌的最適發育溫度；③病菌的形態性質；④病菌的生理化學性質；或⑤病菌對寄主的病原性等作爲生理型分類之依據。但近年來各國學者皆採用稻熱病菌對寄主的病原性作類別生理型之根據。例如後藤[3,18]曾領導日本六個農業研究機構自1955年展開研究稻熱病菌生理型，用12種判別稻種測定結果，將日本稻熱病菌類別三羣（T. C. N Group）包括18種生理型（race）；Latterell[26·27·28]及Atkins[12·13·14]曾指出用12種判別稻種測定美國稻熱病菌，可類別爲25種生理型；Ahn and Chung[11]亦用10種判別稻種測定韓國稻熱病菌結果，可類別爲5種生理型；國際稻米研究所[24]在1964年用12種判別稻種測定菲律賓稻熱病菌結果，可類別爲26種生理型。同時各國在繼續研究過程中，陸續發現新生理小種。

在臺灣自Hashioka[21]指出稻熱病菌似有生理小種之存在以後，臺灣省農業試驗所極重視此問題。1955～1957年間自國內外1,000餘稻品種中經室內人工接種測定各品種之感病反應，以及田間抗病測定結果，選擇16個品種作爲判別稻種，1958年開始研究稻熱病菌生理型之問題，至1969年將臺灣稻熱病菌類別爲七羣（P. I. J. T. K. N及A Group），包括35種生理型，但稻熱病菌的生理分化，每年略異，則其種類以及出現頻度、分佈狀況等略有不同，因此需每年繼續研究。

爲減少稻熱病之加害，一般認爲最合乎經濟原則而有效者，爲育成抗稻熱病品種，但育種家費數年時間所育成的新品種，常受稻熱病菌新生理小種侵害，雖至今對稻熱病菌病原性之變異問題尙未完全瞭解，但對稻熱病的發生或育種上則必須繼續探討該病原菌的生理分化種類及其分佈狀況。

二、材料及方法

1.材料：

（1）稻熱病菌（*Pyricularia oryzae* Cav.）係自本省主要稻作栽培地域採集被害標本，經分離病菌並編號，然後行單胞分離，並應用Yeast starch agar (Yeast extract 2gr, Soluble starch 10gr, Agar 18gr, Distilled water 1,000ml) 培養繁殖分生胞子（10天左右）後，作

本研究承中正科學技術研究講座基金會撥給研究補助費，謹此致謝。
1.試驗報告農試字第六三九號。　2.臺灣省農業試驗所技正。

成胞子浮懸液以供接種之用。菌株測定時，分生胞子之濃度係顯微鏡15×10倍率下每一視野內有5～10個胞子爲基準。

（2）稻熱病菌生理小種鑑定用之判別品種爲崑山五香粳、臺中65號、稗稈稻、臺中 171號、嘉農242號、光復1號、臺中系比33號、嘉農育280號、關東51號、農林21號、Sensho、Cutsugulcul、Natala、高脚柳州、高雄大粒淸油及臺中低脚烏尖等 16品種。

（3）稻熱病菌分生胞子濃度與病斑數之關係，所用稻種爲臺中65號及嘉農242號。

（4）自各地區農業改良場索取稻112品種測定對本省主要生理小種之致病反應。

2.方法

（1）稻苗之培育將稻種經催芽後播於鉛製（7×7×10公分）之四方形小盤中，置於溫室內，待秧苗長達3公分左右時，每盤加追肥2％硫酸銨溶液 30ml ，直至秧苗生長達本葉4～5片時以人工接種各菌株。

（2）接種係應用噴霧法，於接種室將上述胞子浮懸液用小型噴霧器（玻璃製）均勻噴射於各判別稻種之秧苗葉片上，然後保持適當溫、濕度，經24小時後移置溫室內，再經6～7天後觀察各菌株對判別品種之致病反應。

（3）記載：按各判別稻苗所呈之病斑型分爲感病性（Susceptible），中間性（Moderately resistant）及抗病性（Resistant）等三級，作爲生理小種分類之依據，其病斑型基準如表一。

表一、病斑型之類別基準

病斑型	病斑形狀	病斑色澤
R （抗病性）	無病斑或小斑點或小病斑，直徑1mm 以內。	褐色乃至黑褐色
M （中間性）	各種形狀的病斑，直徑 2mm 以內。	褐色病斑，外圍有明顯邊緣，中央部稍帶灰白色或條斑。
S （感受性）	大紡錘形或類似形狀。	病斑大形，中央部呈綠灰色或灰白色，邊緣呈褐色，有些病斑現水浸狀態，其外圍無一定邊緣。

（4）菌株 KO-4Sa（採自屏東地域，臺南5號之被害葉片上呈感病性病斑分離所得），於Yeast-starch agar 上繁殖多量分生胞子，測定胞子濃度與病斑及數量之關係，胞子濃度每 ml 中之數量分爲25萬、 50萬、100萬、200萬及250萬個等，另設接種時僅噴射殺菌水作爲對照區。

（5）本省主要稻熱病菌生理小種對稻品種、品系之致病反應測定之稻種係各地區農業改良場供給，其育苗與接種方法皆與上述同。

三、結果及討論

1.人工接種分生胞子濃度與病斑數之關係

供試稻種爲臺中65號及嘉農 242號，於溫室內培育稻苗，待該苗生長達本葉3～4片時，行人工接種。胞子濃度分別每 ml 中25萬、50萬、100萬、200萬及250萬個等五個處理，另設對照（噴射蒸餾水）區。每處理各調查50支稻苗之病斑數。本試驗所呈之病斑皆呈感病性病斑型（S），其結果如

表二。

表二、稻熱病菌分生胞子濃度與發病之關係

稻品種	胞子濃度 (1ml 中)	50支稻苗平均病斑數	每支稻苗平均病斑數	調查總葉數	每葉平均病斑數
臺中六五號	25萬	69	1.38	169	0.408
	50萬	120	2.40	188	0.638
	100萬	299	5.98	193	1.549
	200萬	347	6.94	184	1.886
	250萬	399	7.98	193	2.067
	對照	0	0.00	186	0.000
嘉農二四二號	25萬	71	1.42	171	0.415
	50萬	84	1.68	192	0.438
	100萬	144	2.88	167	0.862
	200萬	180	3.60	175	1.029
	250萬	190	3.80	170	1.118
	對照	0	0.00	185	0.000

供試之稻種中，臺中65號比嘉農 242號之抵抗力較弱。在行人工接種時之稻苗生育剛達本葉 4 片期，據葉片上病斑形成之部位觀之，胞子濃度愈高，頂葉之病斑數量愈多，反之低濃度（25萬個）區之病斑分佈狀況除最下葉之外，較爲平均發生。胞子濃度與形成病斑數量之關係，兩品種之反應都成正比例。但抗病性較弱之臺中65號，以每 ml 胞子數在 100萬個時，每葉平均病斑數已超過 1 個以上，而嘉農242號於每葉平均病斑數欲超過 1 個以上者，每 ml 中胞子數需200萬個以上。一般稻熱病菌生理型之鑑別，其分生胞子濃度不足時，因所呈病斑數不多，影響其致病反應之正確性，反之過多時，稻葉片早期枯死，故其胞子濃度在100萬個左右較爲妥當。

2. 稻熱病病原菌生理型之鑑定

（1）民國五十九年度

本年度自本省各地域所得稻熱病菌計 219菌株，經人工接種測定對16判別稻種之致病反應，可類別26種生理型（表三），其中與往年已出現之生理型相同者有19種（即race 2, 3, 12, 13, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34及 35等）。本年度新出現之生理小種有 7 種，編號爲 race 36（屬 N grovp），37, 38, 39（屬 T grovp), 40, 41 及 42（屬 I group）。其對各判別稻種之致病反應如下：

race 36：僅對 Natala 及 Cutsugulcul 兩個品種呈感病性（S）反應，而對其餘品種皆呈抗病性（R）反應。屬於此小種僅出現 3 菌株，均來自屏東地區。

race 37：對崑山五香粳、臺中65號、臺中171號、嘉農242號、Cutsugulcul 及 Natala 等 6 個品種呈感病性（S）反應，而對其餘品種皆呈抗病性（R）反應。屬於此小種計27菌株，分別自宜蘭、臺中、屏東及臺東等地區所得。

race 38：對崑山五香粳、臺中65號、臺中171號、嘉農242號、光復 1 號、Cutsugulcul 及 Natala 等 7 個品種呈感病性（S）反應、而對其餘品種均呈抗病性（R）反應。計 8 菌株分別自嘉義

、屛東、臺東及臺中等地所得。

race 39：對崑山五香粳、臺中65號、臺中171號、嘉農242號、光復1號、臺中系比33號、Cutsugul-cul 及 Natala 等8個品種呈感病性（S）反應，而對其餘8個品種皆呈抗病性（R）反應，計6菌株，自屛東及嘉義兩地所得。

race 40：對稗稈稻、光復1號、嘉農育280號、臺中系比33號、關東51號、農林21號及 Sensho 等7個品種呈抗病性（R）反應，而對其餘9個品種皆呈感病性（S）反應。計有29菌株，分別自宜蘭、臺中、嘉義、臺東及花蓮等地所得。

race 41：對崑山五香粳、臺中65號、臺中171號、嘉農 242號、高脚柳州、高雄大粒淸油及臺中低脚烏尖等7個品種呈感病性（S）反應，而對其餘9個品種皆呈抗病性（R）反應，計4菌株，自宜蘭及嘉義兩地所獲。

race 42：對稗稈稻、光復1號、嘉農育280號、臺中系比33號、農林21號及 Sensho 等6個品種呈抗病性（R）反應，而對其餘10個品種皆呈感病性（S）反應。計8菌株，分別自宜蘭、嘉義及臺東等地所得。

自本年度各生理小種之出現頻度觀之，race 30 之出現最多，佔18.3%，race 40 佔 13.3%，race 37 佔12.4%，race 22 佔9.6%，race 27及25各佔5.1%。出現最少者爲 race 2, 3, 20, 21, 24及31等，僅1菌株而已。又各生理小種中病原性最強之 race 12 及13於58年度尙未出現，但本年度於宜蘭及嘉義地域各出現1菌株。

由表四、可知本年度稻熱病菌生理型之分佈狀況各地域略有差異，即宜蘭（包括臺北）地區，計13種生理型出現，以 race 40 之出現最多，其次爲 race 30, 而 race 12, 28, 29及31等僅有1菌株，但病原性最强的 race 12 在此地域出現；臺中地區計出現11種生理型，其中以 race 40 最多，其次爲 race 22, 而 race 26, 28及38等僅有1菌株；嘉義地域計出現18種生理型，係6個地域中出現生理型數最多的地域，其中亦以 race 40 之出現頻度最高，其次爲 race 37, 而 rece 12, 20, 23, 24, 26, 29, 38, 39及41等僅有1菌株出現；屛東地域計有15種生理型出現，其中以 rece 30 之出現頻度最多，其次爲 race 37, 再次爲 race 27, 而 race 2, 3, 21及29等僅有1菌株；臺東地域計出現12種生理型，其中以 race 30 最多，次爲 race 37, 而 race 17, 32, 34及35等僅有1菌株；花蓮地域所得菌株最少，故生理型僅發現5種，其中 race 30, 5菌株，而race 22, 27及40等僅有1菌株。總而言之，本年度全省稻熱病菌於北、中部地域以 race 40, 東部及南部地域以 race 30 之出現頻度最多。

表三、五十九（1970）年度所獲稻熱病病原菌之race 類別

判別品種 ＼ 生理小種代號	P		I										T									K			N	
	12	13	20	21	22	23	28	31	32	40	41	42	24	26	27	29	30	35	37	38	39	2	17	34	3	36
1. 崑山五香粳	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
2. 臺中65號	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	R
3. 稗稈稻	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
4. 臺中171號	S	S	R	R	S	S	R	R	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R
5. 嘉農242號	S	S	R	R	S	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	R	R	R	R	R
6. 光復1號	S	S	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R
7. 嘉農育280號	S	S	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
8. 臺中系比33號	S	S	R	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
9. 關東51號	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
10 農林21號	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
12. Sensho	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
12. Cutsugulcul	S	S	R	S	S	S	S	R	R	S	R	S	R	R	S	R	R	R	S	S	S	R	R	R	R	S
13. Natala	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S
14. 高腳柳州	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
15. 高雄大粒清油	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
16. 臺中低腳烏尖	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

表四、五十九（1970）年度稻熱病病原菌生理小種之分佈狀況

地域 \ 生理小種	P 12	P 13	I 20	I 21	I 22	I 23	I 28	I 31	I 32	I 40	I 41	I 42	T 24	T 26	T 27	T 29	T 30	T 35	T 37	T 38	T 39	K 2	K 17	K 34	N 2	N 36	菌株數	生理型數
宜蘭	1	—	—	—	2	2	1	1	4	10	3	3	—	—	—	1	5	2	4	—	—	—	—	—	—	—	39	13
臺中	—	4	—	—	6	—	1	—	—	7	—	2	—	1	—	2	4	4	2	1	—	—	—	—	—	—	34	11
嘉義	1	2	1	—	4	1	2	—	3	8	1	—	1	1	3	1	4	2	5	1	1	—	—	—	—	—	42	18
屏東	—	2	—	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	13	2	11	2	5	1	2	2	1	3	59	15
臺東	—	—	—	—	2	2	—	—	1	3	—	3	—	2	—	—	9	1	6	4	—	—	1	1	—	—	35	12
花蓮	—	2	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	5
計	2	10	1	1	21	5	4	1	8	29	4	8	1	4	11	5	40	11	28	8	6	1	3	3	1	3	219	26

（2）民國六十年度

本年度自本省各地域所獲稻熱病菌計152菌株，經於溫室行人工接種，測定對16判別稻種之致病反應，可類別29種生理型（表五）、其中與往年已出現之生理型相同者有25種（即 race 2, 3, 12, 13, 15, 17, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40及41），本年度新出現之生理型有 4 種，編號爲 race 43（屬P group），44, 45 及 46（屬T group），其對各判別稻種之致病反應如下：

race 43：16判別品種中，對關東51號、農林21號、Sensho、高脚柳州、高雄大粒清油及臺中低脚烏尖等 6 個品種皆呈抗病性（R）反應，而對其餘10個品種均呈感病性（S）反應。計 4 菌株，自屏東地區所得。

race 44：對崑山五香粳、臺中65號、稗稈稻、臺中171號、臺中系比33號、Cutsugulcul 及 Natala 等 7 個品種皆呈感病性（S）反應，而對其餘 9 個品種均呈抗病性（R）反應，計 2 菌株，自屏東地區所得。

race 45：對崑山五香粳、臺中65號、臺中171號、Natala 及 Cutsugulcul 等 5 個品種皆呈感病性（S）反應，而對其餘11個品種均呈抗病性（R）反應，計 3 菌株，亦自屏東地區所得。

表五、六十（1971）年度所獲稻熱病病原菌之 race 類別

判別品種 ＼ 生理小種代號	P				I								T												K			N	
	12	13	15	43	20	22	28	31	32	33	40	41	24	26	27	29	30	35	37	38	39	44	45	46	2	17	34	3	36
1. 崑山五香粳	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
2. 臺中65號	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	R
3. 稗稈稻	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	R	R	R	R
4. 臺中171號	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R
5. 嘉農242號	S	S	S	S	R	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	R	R	S	R	R	R	R	R
6. 光復1號	S	S	S	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
7. 嘉農育280號	S	S	S	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
8. 臺中糸比33號	S	S	S	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	S	R	S	R	R	R	R	R
9. 關東51號	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
10. 農林21號	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
11. Sensho	S	R	S	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
12. Cutsugulcul	S	S	R	S	R	S	S	R	R	S	S	R	R	R	S	R	R	R	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	S
13. Natala	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S
14. 高脚柳州	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
15. 高雄大粒清油	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
16. 臺中低脚烏尖	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

race 46：對崑山五香粳、臺中65號、稗稈稻、臺中171號、嘉農242號、臺中系比33號及 Natala 等7個品種皆呈感病性（S）反應、而對其餘9個品種均呈抗病性（R）反應。計2菌株，自嘉義及屏東等地區所得。

由本年度各生理小種之出現頻度觀之，race 30 出現最多（五十九年度之出現頻度亦佔第一位），佔 13%，其次爲 race 17，佔8%，再次爲 race 35，佔7%。出現最少者爲 race 34，僅有1菌株而已。各生理小種中病原性最强之 race 12 及13去年度僅在宜蘭及嘉義兩地各出現1菌株，但本年度在屏東及臺東等地亦有出現，特別是在屏東地域 race 13 之出現頻度極高（佔屏東地域的19%之多）。雖然 race 12及13出現於南部及東部，吾人亦需提高警覺，經常觀察該病原菌消長，以預防其蔓延，而減少被害損失。又本年度最普遍出現的生理型爲 race 35。

由表六、可知各地域的稻熱病菌生理型之分佈狀況，因地域不同而有差異，即宜蘭（包括臺北）地區計10種生理型之出現，以race 29及17之出現最多；臺中地區計12種生理型出現，以 race 30之出現最多，其次爲 race 17；嘉義地區計17種生理型出現，其中以race 30之出現最多，其餘生理小種之出現數目雖多，但每個生理小種之出現頻度並不多，都在1～2菌株而已；屏東地區計出現17種生理型，以病原性强的 race 13 出現頻度最高，佔該地域的19%之多；臺東地區計有13種生理型出現，以 race 30之出現較多；花蓮地區計有8種生理型出現，則以 race 29之出現頻度較多。

表六、六十（1971）年度稻熱病病原菌生理小種之分佈狀況

生理小種 / 地域	P				I								T												K			N		菌株數	生理型數
	12	13	15	43	20	22	28	31	32	33	40	41	24	26	27	29	30	35	37	38	39	44	45	46	2	17	34	3	36		
宜蘭	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	1	1	—	2	—	3	—	1	—	—	2	—	—	—	—	3	—	1	—	18	10
臺中	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	1	1	—	1	3	6	3	—	—	—	—	—	—	1	4	1	—	—	25	12
嘉義	—	—	—	—	—	2	1	1	3	3	1	1	2	3	—	2	4	2	2	—	—	—	—	1	1	2	—	1	—	32	17
屏東	1	8	2	4	—	2	—	—	—	—	2	—	—	2	2	—	3	1	2	4	1	2	3	1	—	—	—	—	2	42	17
臺東	1	1	—	—	2	—	1	2	2	—	1	1	—	—	—	1	4	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	22	13
花蓮	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	4	3	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	13	8
計	2	9	2	4	2	6	3	4	9	4	6	4	3	8	3	13	20	10	4	4	3	2	3	2	3	12	1	4	2	152	29

表七、六十一（1972）年度所獲稻熱病病原菌之 race 類別

生理小種代號 / 判別品種	P		I				T											K		N
	13	15	28	32	40	49	24	26	27	29	30	35	37	38	45	47	48	2	17	3
1. 崑山五香粳	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
2. 臺中65號	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
3. 稗稈稻	S	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
4. 臺中171號	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R
5. 嘉農242號	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	R	R	R	R	R	R
6. 光復１號	S	S	R	R	R	S	R	S	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R
7. 嘉農育280號	S	S	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R
8. 臺中系比33號	S	S	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R
9. 關東51號	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
10. 農林21號	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
11. Sensho	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Cutsugulcul	S	R	S	R	S	R	R	R	S	R	R	R	S	S	S	R	R	R	R	R
13. Natala	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S
14. 高脚柳州	S	R	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
15. 高雄大粒清油	S	R	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
16. 臺中低脚烏尖	S	R	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

（3）民國六十一年度

本年度自本省各地區所獲稻熱病菌計 166菌株，經於溫室行人工接種，測定對16判別稻種之致病反應，可類別20種生理型（表七），其中與往年已出現之生理型相同者有16種（即 race 13, 15, 28, 32, 40, 24, 26, 27, 29, 30, 35, 37, 38, 45, 2, 17 及 3），另本年度新出現之生理型有 3 種，編號爲 race 47, 48（屬 T group）及 race 49（屬 I group）。其對各判別稻種之致病反應如下：

race 47：對崑山五香粳、臺中65號、臺中171號、嘉農育280號、臺中糸比33號及 Natala 等 6 個品種皆呈感病性（S）反應，而對其他10個品種均呈抗病性（R）反應。自屏東（2 菌株）、臺東（5 菌株）及花蓮（2 菌株）等地所得。

race 48：對崑山五香粳、臺中65號、臺中 171號及 Natala 等 4 個品種均呈感病性（S）反應，而對其他判別品種皆呈抗病性（R）反應。自臺中（4 菌株）、屏東（3 菌株）及臺東（4 菌株）等地所得。

race 49：對嘉農育280號、臺中糸比33號、關東51號、農林21號、Sensho 及 Cutsugulcul 等 6 個品種均呈感病性（S）反應，而對其餘判別品種皆呈抗病性（R）反應。自屏東（1 菌株）地區所得。

表八、六十一（1972）年度稻熱病病原菌生理小種之分佈狀況

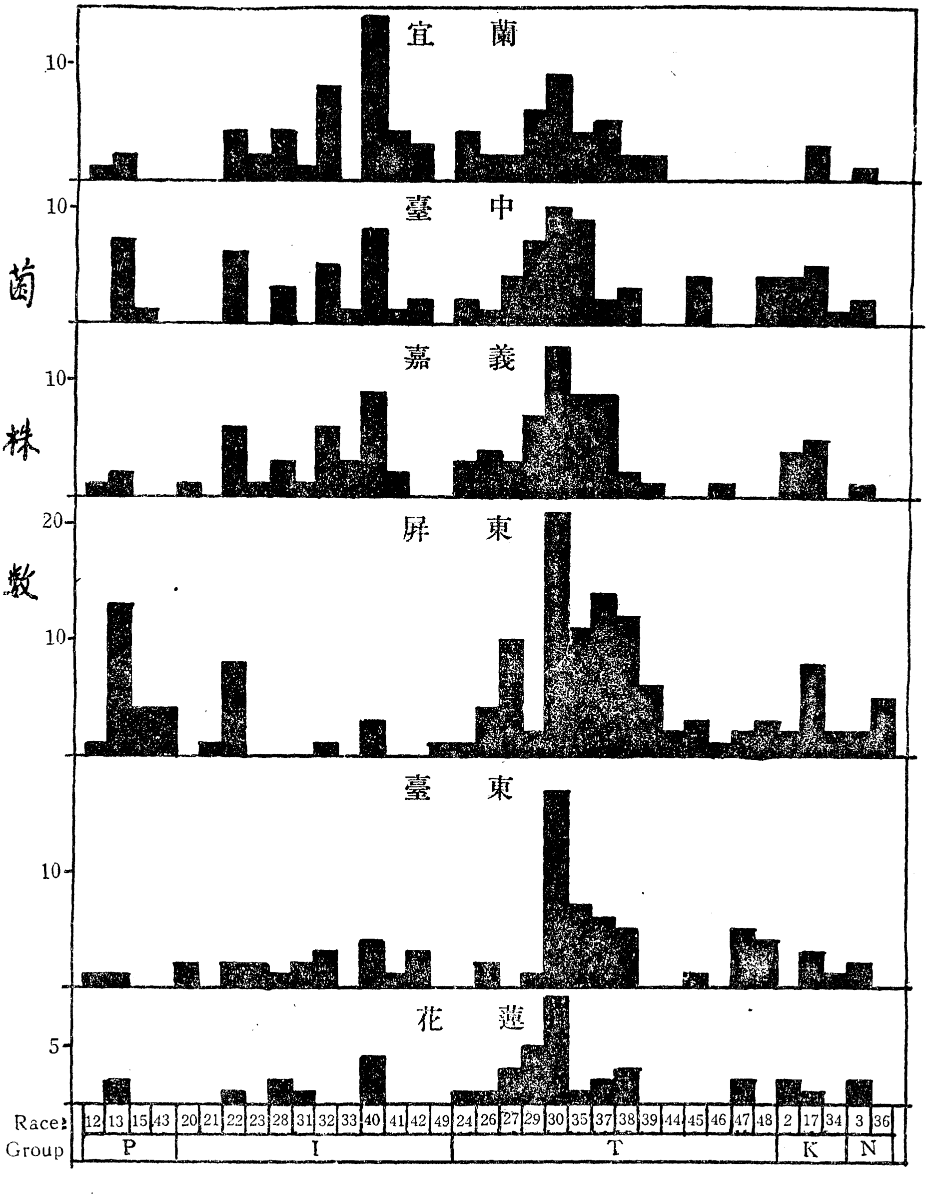
生理小種	P		I				T											K		N	菌株數	生理型數
地域	13	15	28	32	40	49	24	26	27	29	30	35	37	38	45	47	48	2	17	3		
宜蘭	2	—	3	2	3	—	4	—	2	2	4	1	1	2	—	—	—	—	—	—	26	11
臺中	3	1	1	3	1	—	1	—	3	2	—	2	—	2	4	—	4	3	1	2	33	15
嘉義	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5	5	2	1	—	—	—	3	3	—	23	7
屏東	3	2	—	1	1	1	1	2	1	1	5	8	1	6	—	2	3	1	6	1	46	18
臺東	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	1	1	5	4	—	—	—	19	6
花蓮	—	—	2	—	2	—	1	—	2	1	1	—	2	3	—	2	—	1	—	2	19	11
計	8	3	6	6	7	1	7	2	8	10	19	20	6	15	5	9	11	8	10	5	166	20

由本年度所得各生理小種之出現頻度觀之，屬 T group 的 race 35 出現頻度最多，佔12%，其次爲 race 30 佔11%，再次爲 race 38, 佔 9 %。出現頻度最少者爲 race 49, 僅有 1 菌株而已。屬於 P group 的 race 13 本年度曾在宜蘭、臺中及屏東等地發現，其他地域皆未發現，另外 race 38 在全省各地區皆有出現。

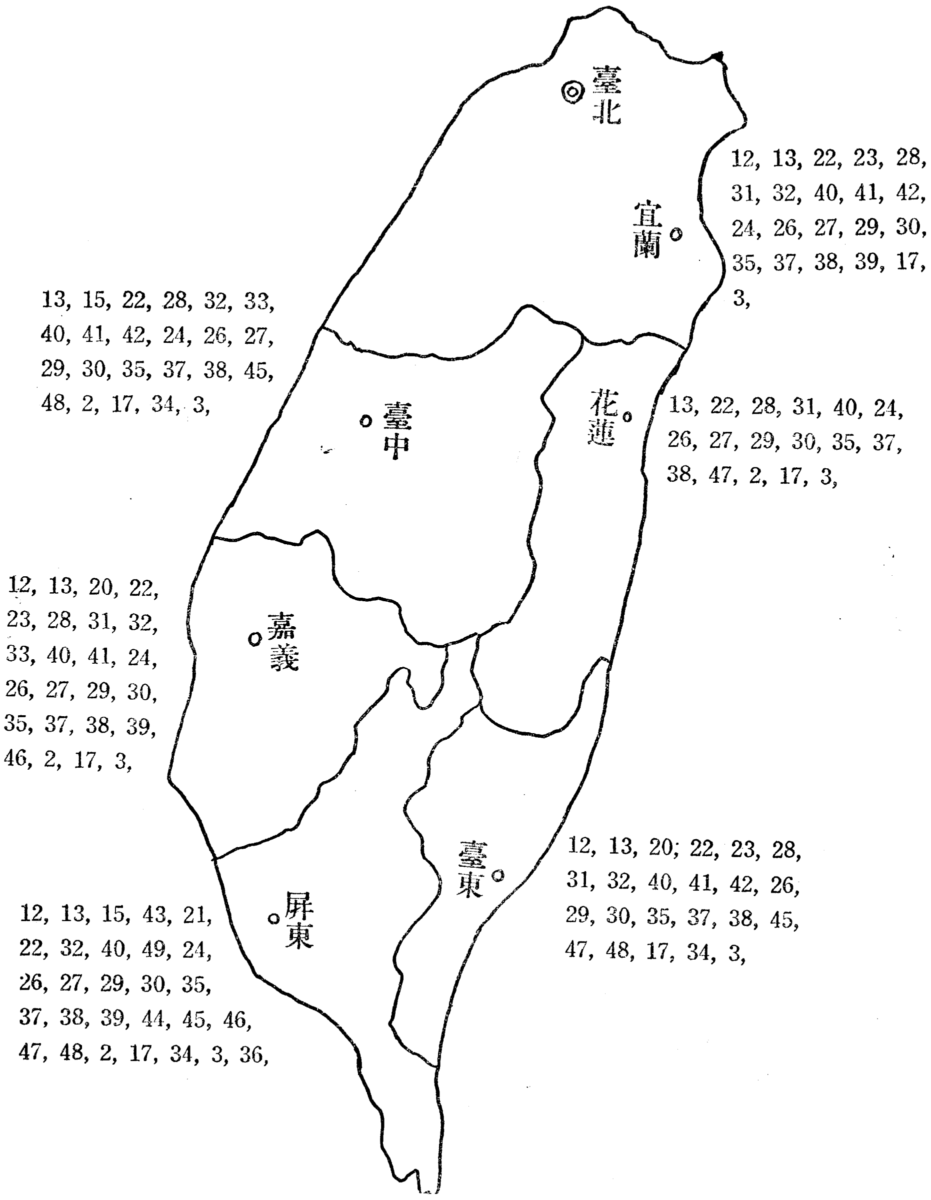
由表八可知各地域的稻熱病菌生理型之分佈狀況，即宜蘭地區計有 11 種生理型之出現，但屬於 K 及 N group 之生理型均無出現，而屬於 T group 的 race 24 及30之出現頻度較多；臺中地區計有15種生理型出現，以 race 45 及48出現頻度爲多；嘉義地區計有 7 種生理型出現，大部份都屬於 T group，而 P、I 及 N group 的生理型皆未出現，出現頻度最多之生理型爲 race 30及35；屏東地區計有18種生理型出現，出現頻度最多者爲 race 35, 其次爲 race 38 及17；臺東地區計有 6 種生理型出現，皆屬於 T group, 而出現最多者爲 race 47 ；花蓮地區計有11種生理型出現，其中最多者爲 race 38。

表九、五十九～六十一年臺灣稻熱病病原菌生理小種之出現頻度及其分佈狀況

地域	年度	P				I												T														K			N		菌株數	生理型數
		12	13	15	43	20	21	22	23	28	31	32	33	40	41	42	49	24	26	27	29	30	35	37	38	39	44	45	46	47	48	2	17	34	3	36		
宜蘭	59	1	—	—	—	—	—	2	2	1	1	4	—	10	3	3	—	—	—	—	1	5	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	13
	60	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	1	1	—	—	—	2	—	3	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	18	10
	61	—	2	—	—	—	—	—	—	3	—	2	—	3	—	—	—	4	—	2	2	4	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	11
	計	1	2	—	—	—	—	4	2	4	1	8	—	14	4	3	—	4	2	2	6	9	4	5	2	2	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	83	21
臺中	59	—	4	—	—	—	—	6	—	1	—	—	—	7	—	2	—	—	1	—	2	4	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	11
	60	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	1	—	—	1	—	1	3	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	1	—	—	25	12
	61	—	3	1	—	—	—	—	—	1	—	3	—	1	—	—	—	1	—	3	2	—	2	—	2	—	—	4	—	—	4	3	1	—	2	—	33	15
	計	—	7	1	—	—	—	6	—	3	—	5	1	8	1	2	—	2	1	4	7	10	9	2	3	—	—	4	—	—	4	4	5	1	2	—	92	23
嘉義	59	1	2	—	—	1	—	4	1	2	—	3	—	8	1	—	—	1	1	3	1	4	2	5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	18
	60	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	3	3	1	1	—	—	2	3	—	2	4	2	2	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—	1	—	32	17
	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5	5	2	1	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	23	7
	計	1	2	—	—	1	—	6	1	3	1	6	3	9	2	—	—	3	4	3	7	13	9	9	2	1	—	—	1	—	—	4	5	—	1	—	97	24
屏東	59	—	2	—	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	13	2	11	2	5	—	—	—	—	—	1	2	2	1	3	59	15
	60	1	8	2	4	—	—	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	2	—	3	1	2	4	1	2	3	1	—	—	—	—	—	—	2	42	17
	61	—	3	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	1	2	1	1	5	8	1	6	—	—	—	—	2	3	1	6	—	1	—	46	18
	計	1	13	4	4	—	1	8	—	—	—	1	—	3	—	—	1	1	4	10	2	21	11	14	12	6	2	3	1	2	3	2	8	2	2	5	147	28
臺東	59	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	1	—	3	—	3	—	—	2	—	—	9	1	6	4	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	35	12
	60	1	1	—	—	2	—	—	—	1	2	2	—	1	1	—	—	—	—	—	1	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	22	13
	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	1	—	—	1	—	5	4	—	—	—	—	—	19	6
	計	1	1	—	—	2	—	2	2	1	2	3	—	4	1	3	—	—	2	—	1	17	7	6	5	—	—	1	—	5	4	—	3	1	2	—	76	23
花蓮	59	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	5
	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	13	8
	61	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	—	—	1	—	2	1	1	—	2	3	—	—	—	—	2	—	1	—	—	2	—	19	11
	計	—	2	—	—	—	—	1	—	2	1	—	—	4	—	—	—	1	1	3	5	9	1	2	3	—	—	—	—	2	—	2	1	—	2	—	42	17
總計		4	27	5	4	3	1	27	5	13	5	23	4	42	8	8	1	11	14	22	23	79	41	38	27	9	2	8	2	9	11	12	25	4	10	5	537	35



圖一：59～61年臺灣各地域稻熱病菌生理小種之出現頻度及其分佈狀況



圖二：59～61年臺灣各地域稻熱病菌生理小種之分佈狀況

綜合三年來，鑑定 537菌株，分別自宜蘭、臺中、嘉義、屏東、臺東及花蓮等地採集標本分離所得，並經接種於16判別稻種上，按判別稻苗葉上所呈之病斑型，可類別爲35種生理型，歸納於五個羣中。

Group P：本羣中包括 4 生理小種 (race 12, 13, 15 及 43) ，主要對 7 種蓬萊稻 (臺中65號、稗稈稻、臺中171號、嘉農242號、光復 1 號、嘉農育280號及臺中糸比 33號) 及崑山五香粳，Natala 等皆呈感病性 (S) 反應。就中 race 12 之病原性最强，對 16判別品種均呈感病性 (S) 反應，而 race 13僅對日本品種 3 種呈抗病性 (R) 反應。

Group I：本羣中包括 12生理小種 (race 20,21, 22, 23, 28, 31, 32, 33, 40, 41, 42 及 49) ，主要

對本省平地在來稻（高脚柳州、高雄大粒淸油、臺中低脚烏尖）呈感病性（S）反應，除少數生理小種（race 20, 31, 41）之外，對 Natala 亦呈感病性（S）反應。又除 race 20 之外，對崑山五香粳及臺中65號亦呈感病性（S）反應。

Group T：本羣中包括14生理小種（race 24, 26, 27, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 44, 45, 46, 47 及48），主要對崑山五香粳、臺中65號及 Natala 等三個品種呈感病性（S）反應。若干小種對其他判別品種亦有呈感病性（S）反應者。

Group K：此羣中包括3生理小種（race 2, 17 及 34），對崑山五香粳皆呈感病性（S）反應之外，對臺中65號（race 17），，或對 Natala（race 34）亦具感病性（S）反應者。

Group N：此羣中包括2生理小種（race 3 及36），對 Natala 呈感病性（S）反應之外，對 Cutsugulcul（race 36）亦具感病性（S）反應者。

民國59～61年在本省出現之35生理小種（表九）中，新發現的生理小種有 race 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42（以上7種於59年度發現），43、44、45、46（以上4種於60年度發現），47、48、49（以上3種於61年度發現）等14生理小種，出現頻度最多之生理小種爲 race 30, 佔供試菌株（537菌株）的14.7%；其次爲 race 40, 佔7.8%；再其次爲 race 35, 佔7.6%。又出現頻度最少者爲 race 21 及49，各出現1菌株而已，其次爲 race 44 及46各出現2菌株。如果按各羣的出現頻度觀之，T 羣最多，佔供試菌株（537菌株）的56.0%之多，其次爲 I 羣佔26.1%，再次爲 K 羣，佔7.6%，而 P 羣佔7.5%，最少者爲 N 羣，佔2.8%。

由各羣內所包括之生理小種觀之，P 羣（40菌株）內出現頻度最多者爲 race 13, 佔該羣內的67.5%之多，較少者爲 race 12及43；I 羣（140菌株）內 race 40 最多，佔30%，最少者爲 race 22及49 僅各出現1菌株；T 羣（301菌株）內 race 30 最多，佔 26.2%，其次爲 race 35, ，佔 13.6%，而最少者爲 race 44 及46，各出現2菌株；K 羣（41菌株）內 race 17 最多，佔 61.0%；N 羣（15菌株）內 race 3 最多，佔66.6%。在此3年中每年出現之生理小種並不一致，則59年獲 219菌株，類別26種生理型，60年獲152菌株，類別29種生理型，61年獲166菌株，類別20種生理型。

就各地區分佈狀況觀之（表九，圖一、二），宜蘭地區計21種生理型，其中出現頻度最多者爲 race 40（I 羣），佔16.9%，其次爲 race 30（T羣），佔10.8%，再其次爲 race 32（I 羣），佔9.6%，出現最少者爲 race 12（P 羣），31（I 羣）及3（N 羣）等各出現1菌株而已；臺中地區計23種生理型，其中以 race 30（T 羣）出現最多，佔10.9%，其次爲 race 35（T 羣），佔9.8%，再其次爲 race 40（I 羣），佔8.7%，最少者爲 race 15（P 羣），33, 41（I 羣），26（T 羣）及34（K 羣）等皆出現1菌株；嘉義地區計24種生理型，其中以 race 30（T 羣）出現最多，佔13.4%，其次爲 race 40（I 羣），35及37（T 羣）各佔 9.3%，而出現最少者爲 race 12（P 羣），20、23、31（I 羣），39、46（T 羣）及3（N 羣）等各出現1菌株；屏東地區計28種生理型，其中以 race 30（T 羣）出現最多，佔14.3%，其次爲 race 37（T 羣），佔9.5%，再其次爲 race 13（P 羣），佔8.8%，最少者爲 race 12（P 羣），21、32、49（I 羣），24、46（T 羣）等各出現1菌株；臺東地區計23種生理型，其中以 race 30（T 羣）出現最多，佔22.4%，其次爲 race 35（T羣），佔9.2%，再其次爲 race 37（T 羣），佔7.9%，最少者爲 race 12（P 羣），29、41（I 羣），45（T 羣）及34（K 羣）等各出現1菌株；花蓮地區計17種生理型，其中以 race 30（T 羣）出現最多，21.4%，其次爲 race 29（T 羣），佔 11.9%，而僅出現1菌株之生理型有 race 22, 31（I 羣），24、26、35（T 羣），17（K 羣）等。

3. 本省主要稻熱病菌生理小種對稻品種、品系之致病反應

曾自臺北、臺中、臺南、高雄及花蓮等農業改良場索取稻品種及新育成品系，於溫室內培育稻苗，並行人工接種（接種方法與前項相同），供試既知本省稻熱病菌生理小種有 race 20, 22, 23, 40,

12, 13, 24, 25, 35, 37, 38, 26及 3等。按各品種所呈病斑型（測定生理小種分類之基準），測定各品種之感病反應，其結果如表十、十二。

表十、本省主要稻熱病菌生理小種對稻品種、品系之致病反應（一）

代號	品種名	race 12	race 13	race 20	race 22	race 23	race 40	race 24	race 25	race 35	race 37
		(a) 2S—74S	0S—45S	7C—24S	4T—28S	7C—18S	7C—9S	7C—64S	7I—42S	9C—2S	IO—27S
1	臺中秈試165	(b) R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	臺中試183	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
3	矮脚尖	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
4	白米粉	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
5	嘉農秈育2	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R
6	臺南3	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R
7	臺中秈試156	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R
8	中林種	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
9	臺中試173	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
10	臺北育250	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
11	臺中試164	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R
12	臺中秈試160	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R
13	臺中秈試158	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R
14	臺中秈試162	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R
15	臺中秈試164	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R
16	臺中秈試150	R	R	S	R	R	R	S	R	R	R
17	臺中秈試157	R	R	S	R	R	R	S	R	R	R
18	臺中秈試166	R	R	R	S	R	R	R	S	R	R
19	臺中秈試146	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R
20	南秈育2	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R
21	嘉農秈育1	S	S	R	R	R	S	R	R	R	R
22	臺北育163	S	S	R	R	R	R	S	R	R	R
23	嘉農育238	S	S	R	R	R	R	R	S	R	R
24	烏尖	S	R	R	S	S	R	R	R	R	R
25	清流	S	R	R	S	S	R	R	R	R	R
26	臺中秈試155	S	R	R	S	R	R	R	S	R	R
27	臺南1	S	R	R	S	R	R	R	R	S	R
28	臺中試166	S	R	R	R	R	S	R	S	R	R

29	菊仔（B）	R	R	S	S	R	R	R	S	R	R
30	臺中秈試152	R	R	S	R	S	R	R	S	R	R
31	臺中試169	R	R	S	R	S	R	R	S	R	R
32	臺中試151	R	R	R	S	S	R	R	R	S	R
33	臺中秈試163	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S
34	臺北育161	S	S	R	S	S	R	R	R	R	R
35	臺北育390	S	S	R	S	S	R	R	R	R	R
36	臺中試174	S	S	R	S	S	R	R	R	R	R
37	高雄138	S	S	R	S	R	R	R	R	R	S
38	臺中試175	S	S	R	S	R	R	R	R	R	S
39	嘉農育240	S	R	S	S	R	R	R	S	R	R
40	臺中秈試151	S	R	R	S	S	R	R	S	R	R
41	臺中試167	S	R	R	S	S	R	R	S	R	R
42	系比55226	S	R	R	S	R	S	R	S	R	R
43	臺南 4	S	R	R	R	S	S	S	R	R	R
44	高秈育11	S	R	R	R	S	S	R	R	R	S
45	臺中試182	S	R	R	R	R	R	S	R	S	S
46	高秈育12	R	S	R	S	R	R	R	S	R	S
47	臺中試179	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R
48	菊仔（A）	R	R	S	S	S	R	R	S	R	R
49	臺中秈試148	R	R	S	S	R	S	R	S	R	R
50	臺中秈試161	R	R	R	S	S	S	R	R	R	S
51	高雄137	S	S	S	R	S	S	R	R	R	R
52	臺中秈試153	S	S	S	R	S	R	R	S	R	R
53	TKM6	S	S	R	S	S	R	S	R	R	R
54	臺南 5（A）	S	S	R	S	S	R	S	R	R	R
55	嘉南 8	S	S	R	S	S	R	S	R	R	R
56	臺中秈156	S	S	R	S	R	S	R	R	S	R
57	農育61	S	S	R	S	R	R	S	R	R	S
58	嘉農育239	S	R	S	R	S	R	S	S	R	R
59	臺中試163	S	R	R	R	R	S	R	S	S	S
60	臺中秈試159	S	S	S	S	S	R	R	S	R	R
61	臺中試161	S	S	S	S	S	R	R	R	S	R
62	臺中試177	S	S	S	S	S	R	R	R	R	S
63	臺南 5（B）	S	S	S	S	R	S	R	R	R	S

64	臺中試172	S	S	R	S	R	S	R	S	S	R
65	臺中試178	S	R	S	S	S	S	R	R	R	S
66	臺中試157	S	R	R	S	S	S	S	R	S	R
67	臺中試159	S	R	R	S	S	S	S	R	S	R
68	臺中試132	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S
69	臺中試153	R	R	S	S	R	S	S	R	S	S
70	臺中試180	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R
71	臺中試168	S	S	S	S	S	R	R	S	R	S
72	嘉農育237	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
73	臺中試160	S	S	R	S	S	S	S	R	S	R
74	臺中試155	S	S	R	S	S	S	S	R	R	S
75	臺中試171	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S
76	臺中試176	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S
77	臺中試140	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S
78	臺中試181	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S
79	臺中試158	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
80	臺中試162	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R

註：(a) 示菌株代號；(b) 示：S＝感病性反應，R＝抗病性反應。

表十一、稻品種對本省稻熱病菌生理小種呈抗病反應之比較（一）

呈抗病性反應數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
稻品種數	日本型稻	2	4	5	9	8	11	6	3	1	1	50
	印度型稻	0	0	0	1	1	6	8	8	3	3	30
	合　　計	2	4	5	10	9	17	14	11	4	4	80

據表十、十一可知，供試80個品種中，屬蓬萊稻（日本型稻 Japonica type）者有50品種，屬在來稻（印度型稻 Indica type）者有30品種。供試品種中對全部生理小種皆呈抗病性（R）反應者僅有 4 品種（臺中秈試165號、臺中試 183號、矮脚尖及白米粉）其中蓬萊稻僅有 1 個品種（臺中試 183號），其餘 3 個品種皆爲在來稻。再者，能抗 9 種生理小種的稻品種中，亦僅有 4 個品種，而其中蓬萊稻僅有 1 個品種（臺南 3 號），其餘 3 個品種皆爲在來稻（臺中秈試 156號、嘉農秈 2 號及中林種）。在來稻中屬最感病品種尙能抗 4 種生理小種（如臺中秈試 159號）。80個品種中僅能抗 1 ～ 3 種生理小種者有11品系，皆爲蓬萊稻。供試稻熱病菌生理小種中以 race 12（屬 P 羣）病原性最强，使80個品種的56個品種呈感病性（S）反應。其次爲 race 22（屬 I 羣），再其次爲 race 23（屬 I 羣），以及 race 13（屬 P 羣），而病原性最弱者爲 race 35，僅使16個品種呈感病性（S）反應。

表十二、本省主要稻熱病菌生理小種對稻品種品系之致病反應（二）

代號	品種名	race 12	20	22	23	24	25	26	38	3
		(a) I 0—20 S	4 S—3S	6 I —7 S	7C—8 S	4K—46 S	7 I —42 S	7K—50 S	TO—27 S	7K—46 S
1	高雄選 1	(b) R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	臺中186	R	R	R	R	R	R	R	R	R
3	臺中秈 2	R	R	M	R	R	R	R	R	R
4	臺中在來 1	R	R	R	R	S	R	R	R	R
5	臺中184	R	R	R	R	S	R	R	R	R
6	臺中179	S	R	S	R	R	R	R	R	R
7	高雄53	S	R	R	R	S	R	R	R	R
8	高雄138	S	R	R	R	S	R	R	R	R
9	臺中114	S	R	R	R	S	R	R	R	R
10	臺中160	S	R	R	R	S	R	R	R	R
11	花蓮18	S	R	R	R	S	R	R	R	R
12	臺中171	R	R	S	R	S	R	R	R	R
13	臺中178	S	R	S	R	R	R	S	R	R
14	高雄122	S	R	R	R	S	S	R	R	R
15	臺中173	S	R	R	R	S	R	R	S	R
16	高雄137	S	S	S	S	R	R	R	R	R
17	高雄136	S	S	S	R	S	R	R	R	R
18	臺中180	S	S	R	S	S	R	R	R	R
19	臺中170	S	R	S	S	S	R	R	R	R
20	高雄68	S	R	S	R	S	S	R	R	R
21	臺中150	S	R	R	S	S	R	S	S	R
22	臺中153	S	R	R	S	S	R	S	S	R
23	高雄64	S	R	S	S	S	S	R	S	R
24	高雄27	S	R	S	S	S	R	S	S	R
25	臺中155	S	R	S	S	S	R	R	S	S
26	光復 1	S	R	S	S	R	R	S	S	S
27	高雄18	S	S	S	S	S	R	S	S	R
28	臺中65	S	R	S	S	S	R	S	S	S

29	臺中122	S	R	S	S	S	R	S	S	S
30	臺中糯46	S	R	S	S	S	R	S	S	S
31	吉野1	S	S	S	S	S	R	S	S	S
32	高雄10	S	S	R	S	S	S	S	S	S

註：(a) 示菌株代號：(b) 示：S＝感病性反應，M＝中間性反應，R＝抗病性反應。

表十三、稻品種對本省稻熱病菌生理小種呈抗病反應數之比較（二）

呈抗病性反應數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	計
稻品種數	日本型稻	2	4	4	2	5	3	7	1	2	30
	印度型稻	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	合　　計	2	4	4	2	5	3	7	3	2	32

表12顯示供試32個品種中，對9種稻熱病菌生理小種皆呈抗病性（R）反應者，僅有2個品種（高雄選1號及臺中 186號），另抗8種生理小種者有3個品種，其中在來稻2個品種，蓬萊稻1個品種，但臺中秈2號對 race 22呈中間性（M）反應，臺中在來1號及臺中184號對 race 24 呈感病性（S）反應。僅能抗1種生理小種者有吉野1號（抗 race 25）及高雄10號（抗 race 22）。供試生理小種中病原性最强者爲 race 12 ，可使26個品種呈感病性（S）反應，其次爲 race 24，再其次爲 race 38，而病原性最弱者爲 race 25。

由二次測定結果觀之， 112稻品種中，對本省主要稻熱病菌生理小種之抗病力較强者有臺中秈試165號，臺中秈試183號，矮脚尖、白米粉、高雄選1號及臺中 186號等6個品種，其次爲嘉農秈育2號、臺南3號、臺中秈試156號、中林種、臺中在來1號、臺中秈2號及臺中184號等7個品種，計13個品種中蓬萊稻僅有4個品種，其餘皆爲在來稻。此等品種將來可作抗稻熱病育種的良好材料。

由此可知，一般印度型稻對葉稻熱病的抗病程度比日本型稻較强，故在國內外的育種專家於育成抗葉稻熱病的育種上，很多將印度型稻的抗病因子導入日本型稻品種中，以育成豐產而抗稻熱病之品種。故欲育成抗稻熱病品種，首先必須明瞭稻熱病菌的生理分化。

四、摘　　要

本研究係爲闡明本省稻熱病病原菌之生理分化、種類及其分佈狀況，以及本省育成稻品種、品系對本省主要稻熱病菌生理小種之抗病程度，以配合稻作抗稻熱病育種及稻品種推廣之依據。茲將三年來研究結果簡述如下：

鑑定稻熱病菌生理型所用之胞子浮懸液，每 ml 內之分生胞子濃度以100萬個左右最妥當。

民國59～61年之間，於臺灣各地區採集稻熱病菌計 537菌株，經測定對16判別稻種之致病反應結果，可類別五個羣（Group P. I. T. K. N），包括35種生理型，其中認爲新出現者有14種生理型。而可歸入 P 羣者爲 race 43； I 羣者有 race 40, 41, 42, 49；T 羣者有 race 37, 38, 39, 44, 45, 46, 47, 48；N 羣者有 race 36 。在此3年期間每年所出現之生理小種並不一致，在59年度獲 219菌株可類別26種生理型，60年度獲152菌株可類別29種生理型，61年度獲166菌株可類別20種生理型。又35個生理小種中出現頻度最多者爲race30，佔供試菌株（537菌株）的14.7%，其次爲 race 40 佔 7.8%，再其次爲 race 35 佔 7.6%，最少者爲 race 21 及49各僅1菌株而已。如果按各羣的出現頻度觀之， T 羣最多，佔56.0%，其次爲 I 羣，佔 26.1%，再次爲 K 羣，佔7.6%， P 羣亦佔7.5

%，最少者爲 N 羣，僅佔2.8%。

就地區分佈狀況觀之，宜蘭地區計21種生理型，其中以 race 40出現最多，次爲 race 30，再次爲 race 32；臺中地區計23種生理型，以 race 30最多，次爲 race 35, ，再次爲race 40, ；嘉義地區計24種生理型，以 race 30 最多，次爲 race 40；屏東地區計28種生理型，以 race 30 最多，次爲 race 37，再次爲 race 13；臺東地區計23種生理型，以 race 30 最多，次爲 race 35，再次爲 race 37；花蓮地區計17種生理型，以 race 30 最多，次爲 race 29。

在112稻品種中，對本省主要稻熱病菌生理小種之抗病力較强者有臺中秈試 165號、臺中試183號、矮脚尖、白米粉、高雄選1號及臺中 186號等六個品種，此等品種將來可作抗稻熱病育種的良好材料。

參 考 文 獻

1. 佐々木林太郎 (1922、1923) ：稻熱病菌系統の存在に就て，病蟲害雜誌，9：631～644；10：1～10。
2. 洪章訓、簡錦忠、林淑媛 (1961)：稻熱病病原菌生理型之研究，農業研究，10 (1)：27～34。
3. 後藤和夫等 (1961、1964) ：稻熱病菌の菌型に關する共同研究，第1、2集，病蟲害發生預察特別報告，5：1～89；18：1～132。
4. 柳田騏策、進藤敬助 (1966) ：日本産いもち病菌に對する米國及び臺灣判別品種の檢討 (講要)，日植病報，32 (2) ：76。
5. 高坂淖爾、山田昌雄，松本省平 (1964) ；臺灣のいもち病菌に對する日本の判別品種の反應 (講要) ，日植病報，29 (2) ：55。
6. 鈴木橋雄(1962)：いもち病菌の病原性の變異とヘテロカリオシス，植物防疫，16(11)：471-475。
7. 鈴木橋雄 (1967) ：いもち病菌における生態的分化現象に關する研究，p.1～235，東京農工大學農學部。
8. 逸見武雄 (1949) ：稻熱病の研究，p.282，朝倉書店。
9. 農林廳 (1972) ：六十一年度臺灣省植物保護工作總報告，p.48。
10. 簡錦忠 (1971) ：稻熱病病原菌之變異，稻作病害，11～30，農復會刊印。
11. Ahn, C. J. and H. S. Chung. 1962. Studies on the physiological race of rice blast fungus, *Piricularia oryzae*, in Korea. Seoul Univ. Jour. Biology and Agr. Ser. (D). 11：77-83.
12. Atkins, J. G. 1962. Prevalence and distribution of pathogenic races of *Piricularia oryzae* in the U.S. Phytopathology 52：2 (Abstr).
13. Atkins, J. G. 1965. Physiologic races of *Piricularia oryzae* in the Western Hemispere, p. 243-244. In The Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Res. Inst., July 1963. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
14. Atkins, J. G., Alice L. Robert, C. R. Adair, K. Goto, T. Kozaka, M. Yamada, P. Yanagita and S. Matsumoto. 1967. An international set of rice varieties for differentiating races of *Piricularia oryzae*. Phytopathology 57 (3)：297-301.
15. Chien, C. C., S. Y. Lin and S. C. Jong. 1963. Studies on the physiologic races of *Piricularia oryzae* Cav. (II). Agr. Res. 12 (3)：29-39.
16. Chien, C. C. 1967. Studies on the physiologic races of the rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav. Taiwan Agr. Res. Inst. Bull. 26.
17. Chiu, R. J., C. C. Chien and S. Y. Lin. 1965. Physiologic races of *Piricularia oryzae*

in Taiwan. p.245-255. In the Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Res. Inst. , July 1963. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.

18. Goto, K. 1965. Physiologic races of *Piricularia oryzae* in Japan. p. 237-242. In The Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Res. Inst., July 1963. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
19. Goto, K., T. Kozaka, K. Yanagita, M. Yamada, S. Matsumoto, K. Shindo, J. G. Atkins, A. L. Robert and C. R. Adair. 1967. U. S. -Japan cooperative research on the international pathogenic races of the rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav. and their internatioal differentials. Phytopathology, Soc. Japan 33 (Extra Issue) : 1-87.
20. Goto, K. 1965. Estimating losses from rice blast in Japan. p. 195-202. In The Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Res. Inst., July 1963. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
21. Hashioka, Y. 1952. Annual and local variation of the varietal resistance of rice to the blast disease. Agr. Res. 3 (3) : 40-55.
22. Hirano, T. 1967. Recent problems in rice breeding for blast resistance in Japan. p.103-111. In Rice Diseases and Their Control by Crowing Resistant Varieties and Other Measures. Proc. Symp. Tropical Agr. Res., Ministry of Agriculture and Forestry, Tokyo, September 1967.
23. International Rice Research Institute. 1963. Physiological races of blast in the Philippines. p.105-108. In1963 Annual Report of the IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
24. International Rice Research Institute. 1964. Study of the pathogenic race in the Philippines. p. 131-136. In 1964 Annual Report of the IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
25. Kou. T. T., S. C. Woo and W. H. Wang. 1963. Some physiologic specialization of *Piricularia oryzae* Cav. in Taiwan. Bot. Buul. Acad. Sinica (Taiwan) 4 : 23-29.
26. Latterell, F. M., E. C. Tullis, R. T. Othen and A. Gubernik. 1954. Physiologic races of *Piricularia oryzae*. Phytopathology 44 : 495 (Abstr.)
27. Latterell, F. M., E. C. Tullis and J. W. Collier. 1960. Physiologic races of *Piricularia oryzae* Cav. Plant Dis. Reptr. 44 (9) : 679-683.
28. Latterell, F. M., M. A. Marchetti and B. R. Grove. 1965. Coordination of effort to establish an international system for race identification in *Piricularia oryzae* p.257-274. In The Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Res. Inst., July 1963. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
29. Matsumoto, S., T. Kozaka and M. Yamada. 1969. Pathogenic races of *Piricularia oryzae* Cav. in Asian and some other countries. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. C. 23 : 1-36.
30. Padmanabhan, S. Y., D. Ganguly and M. P. Iha. 1958. A method of estimating the loss caused by blast disease of rice. Indian J. of Agr. Sci. 23 : 87-96.
31. Padwick, G. W. 1956. Losses caused by plant diseases in the colonies. The Commonwealth Mycol. Inst., Kew Surrey. Phytopathology Papers No. 1 : 59.
32. U.S. Dep. of Agriculture. 1965. Losses in agriculture. Agr. Res. Serv., Agr. Handbook No.291. Washington p. 120.

STUDIES ON THE PHYSIOLOGIC RACES OF RICE BLAST FUNGUS, *PYRICULARIA ORYZAE* CAV.

by

C. C. Chien

Summary

The purpose of this study was to clarify the specialization and distribution of the physiologic races in Taiwan in order to support the breeding program.

The results obtained from 1970 to 1972 were summarized as fellows :

The optimum concentration of spore suspension for inoculation in identification of races of blast fungus was at 10^6/ml.

From 1970 to 1972, 537 isolates were collected from several areas in Taiwan and were classified into 5 groups (P, I, T, K, N) by artificial inoculation. The isolates were tested with the 16 differential varieties including 35 physiologic races in which 14 races were newly appeared. The race 43 belongs to P group ; race 40, 41, 42, 49 belong to I group ; race 37, 38, 39, 44, 45, 46, 47, 48 belong to T group ; race 36 belongs to N group.

The frequency of races appearance were inconsistency during the past three years. In 1970, 219 isolates were evaluated and were classified into 26 races. In 1971, 29 races were identified from 152 isolates, and 20 races were classified from 166 isolates in 1972. Among the 35 races tested, the highest frequency of appearance was race 30, possessing 14.7 percent over 537 isolates. The race 40 (7.8%) was the next, then race 35 (7.6%) , race 21 and race 49 (0.18% each) .

The frequency of group order were T group (56.0%) ; I group (26.1%) ; K group (7.6 %) ; P group (7.5%) and N group (2.8%).

There were 21 races distributed in Ilan area, in which race 40 was the most common one, then the race 30 and race 32. In Taichung area, 23 races were found. The major race were race 30 nextly were races 35 and 40. The major races in Chiayi area were races 30 and 40 where 24 races were included in this area. In Pingtung area, 28 races were found. The race 30 was predominant over there, nextly were race 37 and race 13. In Taitung area race 30 was predominant, then race 35 and race 37 with overall races of 23 races. There were 17 races distributed in Hualien area with major races of race 30 and race 29.

In the 112 rice varieties tested, only 6 of them, namely Taitung-shih 165, Taichung-shih 183, Ai-chueh-chien, Pai-mi-fen, Kaohsiung-hsuan 1 and Taichung 186 were strongly resistant to Taiwan major races and can be used in the rice breeding program for developing resistant varieties to the blast disease.

控制透氣性包裝袋內大氣成分對新鮮水果蔬菜保鮮技術之研究[1]

林 學 正[2]

摘 要

利用可透氣性膜包裝蔬菜、水果，已被廣泛應用。然對於包裝袋內大氣成分之控制，尚鮮有作基礎研究者。本實驗利用奧氏氣體分析器，依卡爾等氏之濃度遞增法測定透氣膜之透氣率，再以袋內果實重量，袋之厚度及面積等介值與蔬果在不同濃度下之呼吸率圖解來預估包裝袋內大氣成分濃度變化。並實際以香蕉、蕃茄包裝行短期之貯藏試驗，測定袋內外氣體交換情形，與預估值做比較。結果顯示，利用此法作爲包裝需求之基礎，似有助於蔬果之包裝貯藏。

前 言

果實與蔬菜的貯運與販賣壽命，受其周圍大氣中所含的氧與二氧化碳濃度影響甚大。美國 Platenius 氏[1] 研究有關氧氣濃度對多種蔬菜呼吸率之影響時，指出蔬菜果實在有氧呼吸臨界點（Extinction point of anerobic respiration）以上時，降低大氣中之氧氣濃度，可減少蔬菜之呼吸率，並能延長貯運壽命，然氧氣濃度降至發生無氧呼吸時，蔬菜則極易腐敗。其他學者在鮮果方面亦有相同之結論[2,3,4]。Burg氏夫婦[5] 指出氧爲催熟荷爾蒙乙烯合成之必要物質，且降低氧濃度可使蔬果體內酵素之接受位（Receptor site）因缺氧而成還原態，不能與乙烯結合，但如有二氧化碳存在時，可與乙烯競爭酵素之接受位而成競爭效應（Competitive effect）。如此，使乙烯不能生成或參與酵素反應而達到抑制蔬果之後熟與延長其貯運壽命。此亦是人工大氣貯藏（Controlled atmosphere storage 簡稱 CA 貯藏）的基本原理。目前商業上已應用此法來貯藏蘋果、桃、梨等。美、日蘋果貯藏在2～3％之氧與 2～5％之二氧化碳中，使得秋收之蘋果可以週年供應[6]。蔬菜以人工大氣貯藏效果較不顯著，現正積極研究中。菲人 Pantastigo 氏[7] 將蕃茄置於含氧及二氧化碳各 5％之大氣中，可延遲七十天後始轉色（Turning）。Eaves 與 Lockhort 二氏[8] 認爲在5％二氧化碳與 3％氧之大氣中，可使綠熟（Green mature）蕃茄放至十二星期之久。

一般人工大氣貯藏皆在一密閉之貯藏庫內，其內部大氣成分常因果實呼吸作用而使氧氣濃度過低，故需時時加以校正，其設備甚爲昂貴，又無法使用於販賣期（Market shelf period）。因之，利用包裝材料控制袋內大氣成分之方法仍被加以研究。 Gerhardt 氏[9,10] 以PE膜密封貯運梨、蘋果及櫻桃，發現數種梨之品種可較對照者延長4～8星期之久，若將塑膠袋打洞，則效果較差，但較爲安全。氏又指出櫻桃在密封袋內二氧化碳可達6～9％，與在人工大氣貯藏之推薦濃度頗接近。Schomer 及 Olsen 二氏[11] 研究櫻桃，亦得同樣之效果。 Gerhardt 氏[10] 及 Hardenburg 氏[12] 指出蘋果以PE膜密封貯藏，是因其不但可保持較高濕度，且可得到有如CA貯藏之效益。 Eaves 氏[13] 以石灰（Lime）和氯化鈣（Calcium chloride）置於 PE 袋內及袋上打洞來貯藏蘋果，認爲可以調節袋內 CO_2 之濃度及濕度，並可減少病害。 Hardenburg 氏[14] 以此法用於貯藏蘋果，指出在一以 PE 膜襯底之果箱內置一磅之石灰時，可使袋內 CO_2 降至1％左右，而使蘋果較爲堅實而無汚斑（Scald）

本研究承中正科學技術研究講座基金會補助研究費，謹此申謝。

1,試驗報告農試字第六四〇號。

2.臺灣省農業試驗所技正。

之生理病。Hansen 氏[15] 於 PE 膜襯裡之梨箱內置石灰，而使箱內 CO_2 濃度在 1.6～2.8%之間，減少褐心病（Brown core）之損失。Uota 氏[16] 指出以 PE 袋包裝葡萄，效果很好。Ginsburg 氏[17] 用亞硫酸鹽（Meta bisulphite）置於 PE 袋內，可使葡萄在 31°C 中延長 5～8 星期。Parsons 氏[18] 以 PE 膜包裝萵苣（Lettuce），效果甚佳，並推薦美軍使用。Apeland 氏[19] 以 0.03mm 厚之 PE 袋包裝胡瓜（Cucumber），指出在 51°F 下可貯藏 4～5 星期之久。以上學者均指出利用透氣性材料包裝蔬果，可以保持其品質，與延長貯運壽命，然而對於包裝材料透氣性之測定，與控制袋內大氣成分之基本技術之研究，因受儀器與材料之限制，尚不多見。近年來，由於包裝材料質地較爲均勻，以及儀器之進步，包裝膜之透氣性已能可靠算出[20,21]。本文旨在利用透氣性膜之透氣能力，包裝袋之面積與袋內果蔬之呼吸率，達到控制袋內大氣成分，以延長蔬果貯運之壽命。

理論假設

一般蔬果，在定溫、無病、無傷、有氧呼吸情況下，其呼吸作用與其周圍氧氣濃度成正比。即：

$Vo_2^c = f\ (C)$ ……………… (1)

Vo_2^c＝呼吸率×蔬果重量＝氧氣消耗量

C＝氧氣濃度（%）

又由 Fick's Law 知氣體對透氣膜之滲透量與其滲透率，膜面積和兩面之壓力差成正比，與其厚度成反比。即：

$Vo_2^d = (Po_2)\ (A)\ (X^{-1})\ (P_1 - P)$ ………………… (2)

Vo_2^d＝氧氣滲透入袋量（cc/bag－day）

Po_2＝包裝膜對氧氣之滲透率（O_2 cc mil/m² day atm）

A＝包裝膜面積（cm²）

X＝包裝膜厚度（mil），1 mil＝$\frac{1}{1000}$ inch

P_1＝袋外氧氣分壓（atm）

P＝袋內氧氣分壓（atm）

因包裝膜爲可透氣性，袋內氣壓約爲一大氣壓，故氣體之分壓可以其濃度表示。即：

$(P_1 - P) = (C_1 - C)$

C_1＝袋外氧氣濃度（%）＝空氣中含氧量（21%）

C＝袋內氧氣濃度（%）

則公式(2)可改爲

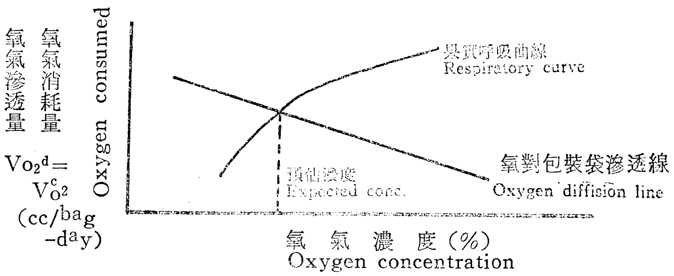
$Vo_2^d = (Po_2)\ (A)\ (X^{-1})\ (21\% - C)$ ……………… (3)

當氣體滲透至穩定狀態（steady－state），袋內蔬果呼吸之氧氣消耗量即爲袋外氧氣之滲透進入量。即：

$Vo_2^c = Vo_2^d$

但包裝膜之介值 Po_2, Pco_2, A, X 等爲已知，故由實驗製圖（如圖一）可求得式(1)與式(3)聯立方程式之兩線交點，此點之氧氣濃度即爲袋內氧氣之預估濃度。若改變包裝膜之介值，則吾人可預估包裝袋內之氧氣濃度。

又在有氧呼吸下，蔬果之吸呼係



圖一、圖解透氣袋內氧氣濃度預估值示意圖

Fig. 1. Schematic diagram of graphical solution for expected steady-state concentration of oxygen in permeable film bag.

數（Respiratory quotient）近於 1，即氧氣消耗量(Vo^c_2）等於二氧化碳放出量（Vco_2^e）。同理，由 Fick's Law 可得：

$Vo_2^c = Vco_2^e =$（Pco_2）（A）（X^{-1}）（$C_1' - C'$）………………………（4）

V^eco_2＝蔬果二氧化碳放出量＝二氧化碳滲透出袋量

Pco_2＝包裝膜對二氧化碳之滲透率（cc）（mil）/（m^2）（day）（atm）

C_1'＝袋內二氧化碳濃度（%）

C'＝袋外二氧化碳濃度＝空氣中二氧化碳含量（0.03%≑0%），故由式（4）可得袋內二氧化碳之預估濃度

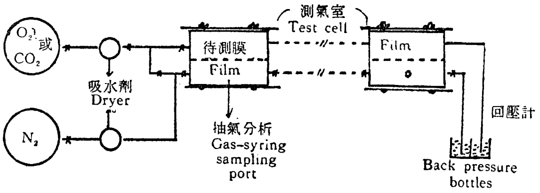
$$C'_1 = \frac{(Vo_2^c)\quad(X)}{(Pco_2)\quad(A)} \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

材料與方法

一、包裝膜對大氣成分氣體滲透率之測定：

（一）供試材料：（1）低密度 PE（Polyethylene）膜厚 0.03mm（1.2mil）與 0.05mm（2mil）（臺聚公司出品）（2）Hi-pack（保鮮美）V-type（蔬菜用）0.02mm（0.8mil）（千宜公司經銷）（3）PP（Polypropylene）膜厚 0.05mm（2mil）（臺塑公司出品）（4）Cellophane（玻璃紙）0.025mm（1mil）（市面售）.

（二）測定方法：依 Karel 等氏之 Concentration-increase method 稍加修改測定（21）。每一測氣室由兩個直徑 10cm、高 2cm 之圓盤，兩邊各 0.5cm 之通氣口組成。待測膜與中空橡皮墊置於兩圓盤中間，上下壓以圓板，由螺絲旋緊，形成不漏氣之上下二氣室。下氣室開一自封之橡皮抽小孔，以供抽氣分析用，其裝置如圖二，氮氣經 $CaCl_2$ 乾燥後，通入測氣室內，一直到其內無待測氣體為止，約需 2～3hr.。再將測氣室室內壓力調至 1 atm 而後以錶壓 44 lb/in² 及 2 l/hr. 流量，將待測氣體由上氣室流入。定時由下氣室抽氣孔以 Orzat 氣體分析器抽氣 100cc，分析計算滲透率。



圖二、測定透氣性膜對氧與二氧化碳滲透率裝置簡圖

Fig. 2. Schematic diagram of gas permeability analysis apparatus.

二、控制蔬果袋內大氣成分濃度試驗：

本試驗共分二步驟，第一步測定香蕉、蕃茄在不同氧氣濃度下之呼吸率、呼吸係數（R. Q.）。第二步測定袋內之實際大氣成分濃度，與理論推出之預估值作一比較，以證明假設之可行性。

香蕉於民國六十一年十一月三日採自臺中區竹山鎮，時為八分熟；蕃茄於六十二年二月二十八日採自員林地區，時為 Turning stage（即尾端點紅），二者於採收前一星期以 TBZ（Thiabendazole）1000ppm 噴射果實，採收後24小時內小心運抵實驗室內。依其大小分級，而後平均分配於每一樣品內。果實樣品處理如下：

（一）呼吸率測定：將香蕉果手每二十只為一樣品，約 2.5公斤，蕃茄每十二只為一樣品，重約 2公斤，各置於九公升裝之玻璃缸內，以人工配製之不同濃度氧氣經一壓力計（Manometer）通入缸內，利用毛細管之直徑大小控制流量在每小時15公升左右，在24小時後測定呼吸率。不同氧氣濃

度，依蔣氏[22]方法配製，氧氣以 Beckman E2 型氧氣分析儀測定；二氧化碳用 Claypool[23] 法以光電比色計測定，再以二者求出 R. Q. (Respiration quotient)，氧氣濃度爲1％，2％，4％，6％，12％，14％與21％等七級，重複二次。

(二) 袋內大氣成分濃度測定：透氣性包裝袋爲聚乙烯（PE）製品，厚度爲 1.2mil (≒0.03 mm)，香蕉果袋大小分30cm×54cm及 25cm×36cm 兩種，前者可裝果約2.5公斤，後者約 0.5公斤。蕃茄果袋大小僅30cm×54cm一種，可裝果實約十只，約1.5公斤。果袋兩端以電熱密封。因無法由果袋內直接測定呼吸率，以 Orzat 氣體分析器，由袋內抽取 100cc 大氣，分析其氧與二氧化碳之含量[24]。每處理重複四次。

以上試驗皆在 20°C 之恆溫室內進行，以免影響試驗之準確性。

結果與討論

1.包裝膜對大氣成分氣體滲透率之測定：

不同包裝材料對氧與二氧化碳之滲透力如表一，透氣能力以低密度之 PE 膜與 Hi-Pack 爲最强，以 Cellophane 最低，Hi-Pack 對氧之滲透能力與 PE 膜相近，但對二氧化碳之滲透力則較 PE 膜爲强。Cellophane 透氣力甚小，對於短期間之販賣似可使用，但不宜用於長期貯運，否則，會引起低氧、高二氧化碳之害。供試材料對二氧化碳之滲透能力皆較氧氣爲强，但二氧化碳分子遠較氧氣爲大，故可知皆屬選擇性之透氣性膜。滲透率之變異係數 (Coefficient of variation) 約在10～20％之間，此可能非測定方法之誤差，而是透氣材料在製造上無法完全勻稱所致。Tylor 氏等[20]指出此種材料之誤差均在 5～10％ 之間。此外以 Orzat 氣體分析器測定，較以 Gaschromatography 準確度差。

表一：不同透氣性膜對O_2與CO_2之滲透率

Table 1. Comparison of oxygen and carbon dioxide permeability of several packaging films.

供試材料 Tested materials	滲透率 Permeability (cc mil/m² day atm) O_2	C. V (%)	CO_2	C. V. (%)	滲透時間 Diffusion time
L.D. PE film (1.2mil)	9,000	16.1	35,000	14.5	25min.
Hi-Pack (0.8mil)	11,720	20.1	57,300	17.3	25min.
Polypropylene (2mil)	4,019	15.8	11,210	12.6	40min.
Cellophane (1mil)	10	14.3	28	17.5	50hr.

註一：以上各值爲10重複之平均值。

註二：$1\text{mil}=\frac{1}{1000}$吋

2.控制蔬果袋內大氣成分濃度試驗：

(一) 試驗一：不同氧氣濃度對香蕉、蕃茄呼吸率之影響。香蕉爲 Climacteric fruit，八分熟時處在 Preclimacteric stage 呼吸率較其後熟者爲低。由表二、及圖三得知，在不同氧濃度下，其呼吸率曲線依氧濃度降低而下降，約在3.5％ O_2 時急驟上升，故知此點即爲有氧呼吸之極限，此與 Quazi 等氏[25]用 Gros Michol 香蕉研究結果相似。蕃茄在青熟期 (Turning stage) 之呼吸率並

未較完熟者爲低，此因其在青熟時，內部已成熟，只是外皮葉綠素未退去而已。蕃茄在本試驗中，其 Reflecting point 約在 3 %之氧處。氧濃度低於 3 %時，其呼吸率急驟上升，R. Q. 遠大於 1 ，故知蕃茄之有氧呼吸臨界點爲 3 %之氧處（見表二、與圖三）。

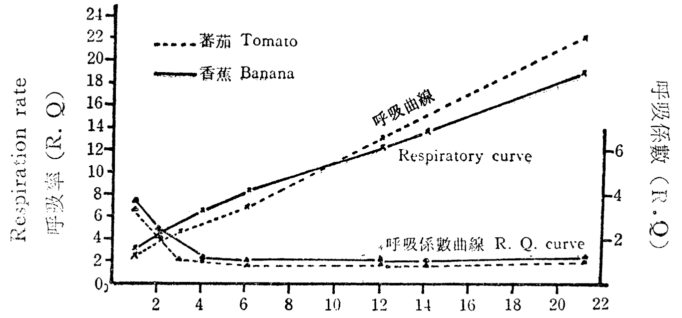
表二、不同氧氣濃度對香蕉、蕃茄呼吸率與呼吸係數之影響

Table 2. Effect of oxygen concentration on respiration rate and respiratory quotient of banana and tomato fruit.

氧氣濃度 Oxygen conc.	香蕉 Banana			蕃茄 Tomato		
	呼吸率 Respiration rate		R. Q.	呼吸率 Respiration rate		R. Q.
	O_2cc/kg-hr	CO_2cc/kg-hr		O_2cc/kg-hr	CO_2cc/kg-hr	
1%	2.63	9.47	3.60	2.51	8.31	3.30
2%	4.34	9.98	2.30	3.87	8.52	2.20
3%	—	—	—	5.22	6.01	1.15
4%	6.30	6.94	1.10	—	—	—
6%	8.10	7.93	0.98	6.71	6.85	1.02
12%	12.13	14.00	1.16	13.08	14.13	1.08
14%	13.75	14.03	1.02	—	—	—
21%	19.10	23.05	1.21	22.06	25.6	1.16

註一：以上各值爲兩重複之平均值。

註二：呼吸率測定在裝置後24小時進行。

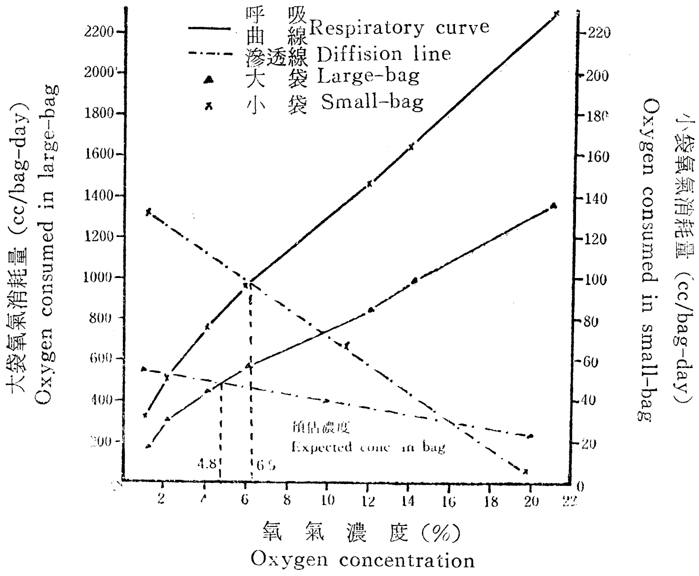


圖三、不同氧氣濃度對香蕉、蕃茄呼吸率與呼吸係數之影響

Fig. 3. Effect of oxygen concentration on respiration rate and respiratory quotient of banana and tomato.

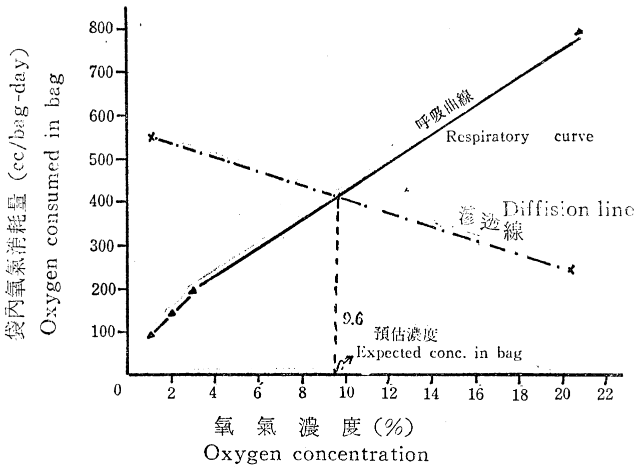
（二）試驗二：包裝袋內實際大氣成分濃度與預估值之比較。由測定包裝膜對大氣成分氣體滲透率中得知，低密度、厚度爲 1.2mil 之 PE 膜對 O_2 之滲透率爲 Po_2=9,000 (cc) (mil) /(m^2) (day) (atm) 對 CO_2 之滲透率爲 Pco_2=35,000 (cc) (mil) / (m^2) (day) (atm) 今將香蕉

大袋面積 $A=2\times0.3\times0.54=0.324m^2$，$X=1.2mil$，$Po_2=9,000$，$Pco_2=35,000$， $W=3kg$ 等值及 $C=1\%$和20%兩任選值代入假設式（3）中，求出氧氣滲透（擴散）入袋線，並以表一中各氧氣濃度下之果實呼吸率，代入假設式（1）中，求出袋內氧氣消耗呼吸曲線，就兩線之交點求出袋內氧氣濃度預估值爲 4.8%（見圖四），再將此值代入假設式（3），得知袋內香蕉對氧之消耗量爲 47.24cc /bag-day, 後將上值代入假設式（5），得知袋內二氧化碳之濃度 $C_1'=\dfrac{47.24\times1.2}{35000\times0.324}=4.65\%$。同理可求香蕉小袋內之氧氣袋濃度預估值爲 6.5%，二氧化碳濃度預估值爲 3.73%（見圖四）。蕃茄內之氧氣濃度預估值爲9.6%，二氧化碳濃度預估值爲2.9%（見圖五）。



圖四、香蕉袋內預值氧氣濃度圖解圖

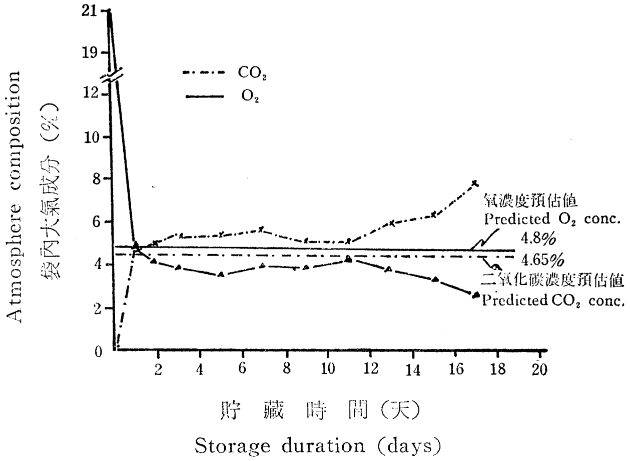
Fig. 4. Graphical solution for expected steady-state concentration of oxygen in two size polyethylene film bags containing bananas.



圖五、圖解蕃茄袋內氧氣濃度預估值

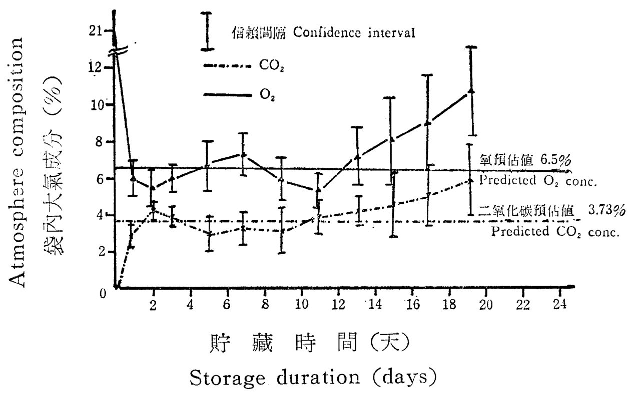
Fig. 5. Graphical solution for expected steady-state concentration of oxygen in polyethylene film bag containing tomatoes.

香蕉、蕃茄裝袋後，逐日抽取袋內大氣成分分析，由圖六、七、八中得知，袋內之大氣成分濃度約在二至三天後趨於穩定狀態（Steady-state），此後，袋內成分濃度與假設求出預估值大致能相符合，由於 PE 袋之原料無法均一，其對氧與二氧化碳之滲透量亦無法一致，故所得之結果並不十分一致。香蕉大袋裝果試驗中，二氧化碳濃度反較氧濃度爲高，與由假設公式求出之預估值微有差異，此可能是大袋裝果較多，其袋內果實呼吸量大，放出二氧化碳較多，故袋內二氧化碳濃度較氧之濃度爲高（見圖六）。香蕉小袋裝果試驗中，因袋內裝果較少，每公斤果實所得之滲透面積較大袋者爲多，氧之滲透入袋量較多，且二氧化碳之滲透率較氧大，故袋內呈高氧，低二氧化碳之現象（見圖七）。由上得知，袋內之大氣成分濃度慨可由吾人依包裝袋之大小來調節，但 PE 膜對二氧化碳之滲透率遠較氧約大四倍，又袋內蔬果之呼吸率較高時，易造成袋內氧氣濃度過低與二氧化碳濃度太高之現象。故欲使袋內二氧化碳含量降低時，需滲透面積增大，此在包裝上甚不經濟，有待日後在選擇包裝材料方面做進一步研究。



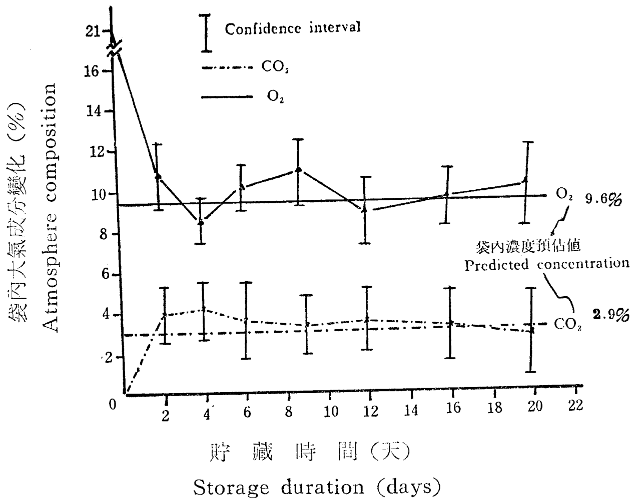
圖六、香蕉大型包裝袋內實際大氣成分濃度與預估濃度之比較

Fig. 6. Comparison of predicted and observed concentration of oxygen and carbon dioxide in large-size PE bags containing bananas.



圖七、香蕉小型包裝袋內實際大氣成分濃度與預估濃度之比較

Fig. 7. Comparison of predicted and observed concentrations of oxygen and carbon dioxide in small-size PE bags containing bananas.



圖八：蕃茄袋內實際大氣成分濃度與預估濃度之比較

Fig. 8. Comparison of predicted and observed concentrations of oxygen and carbon dioxide in PE bags containing tomatoes.

參 考 文 獻

1. Platenius, H., (1945) Effect of oxygen concentration on the respiration of some vegetables. Plant Physiol. 18; 671.
2. Kidd, F., and West, C., (1945) Respiratory activity and duration of life of apples. Plant Physiol. 20; 467.
3. Miller, E. V., (1946) Physiology of citrus fruits in storage I. Botanical Review 24 : 43.
4. Biale, J. B., (1960) Postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruit. Advance in Food Reseach 10 : 293.
5. Brug, S. P. And Ellen A. Burg, (1962) Role of ethylene in fruit ripening. Plant Physiol. 37 : 179
6. Dalrymple, D. G., (1967) The development of controlled atmosphere storage of fruit. USDA MUS 107 56pp.
7. Pantastigo E. B. at. al., (1970) Regulation of fruit ripening : I. Refrigerated controlled atmosphere storage. The Phillppine Agriculturist 54 : 120-134.
8. Eaves, C. A. and Lockhort C. L. (1961) Storage of tomatoes in artifical atmospheres using the calcium hydroxide absorption method.
J. Hort. Sci. 36; 85-92.
9. Gerhardt, F. (1955) Use of film box liners to extend storage life of pears and apples. U. S. Dept. Agr. Cir. 965.
10. Gerhardt, F. et. al. (1956) Sealed film lug liners for packing Bing cherries.
U. S. Dept. Agri AMS Rept. 121, 8pp.
11. Schomer, H. A., and Olsen, K. L. (1964) Storage of sweet cherries in controlled

atmospheres. U. S. Dept. Agr., AMS Rept. 529.

12. Hardenburg, R. E., and Anderson, R. E. (1961) Polyethylene box liner for storage of Golden Delicious apples. U. S. Dept ktg. Res. Rept. 461, 36pp.
13. Eaves, C. A. (1960) A modified-atmosphere system for packages of stored fruit. Jour. Hort. Sci. 35 (2) : 110-117.
14. Hardenburg, R. E. (1963) Controlling carbon dioxide concentrations within sealed polyethylene-lined boxes of apples, oranges, and lettuce with hydrated lime inserts. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 82 : 83-91.
15. Hansen, E. (1962) CA Storage of apples and pears. Ann. Rpt. Oregon Hort. Soc. 54 : 64-67.
16. Uota, M. (1957) Evaluation of polyethylene film liners for packaging Emperor grapes for storage. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 70 : 197-203.
17. Ginsburg, L. (1962) Long-term storage of grapes in South Africa. Decid. Fruit Grower 12 (10) : 295.
18. Parsons, C. S. (1959) Extending the storage life of cabbage, celery, lettuce, and tomato aboard a navy supply ship. U. S. Dept. Agr., Mktg. Res. Rept. 336.
19. Apeland, J. (1961) Factors affecting the keeping quality of cucumbers. Internatl. Inst. Refrig., Annexe 1961 (1) 45-58.
20. Taylor, A. A., M. Karel, and B. E. Proctor. (1960) Measurement of oxygen permeability. Modern Packaging33 (10) : 131.
21. M. Karel, P. Issenberg, L. Ronsivalli, and V. Jurin (1963) Application of gas chromatography to the measurement of gas permeability of packaging Materials. Food Technology 17 (3) : 91-94.
22. Chiang, M. N.(1966)Studies on the removal of ethylene from the controlled atmosphere storage of Banana. Coll. of Agri., Natl. Taiwan Univ. Special pub. 21.
23. Claypool. L. L. and K. M. Keefer (1942) A colorimetric method for carbon dioxide determination in respiratory studies. ASHS 40 : 177-189.
24. Treadwill, F. P. and W. T. Hall (1951) Analytical Chemistry. 9th Ed. John Willy & Sons, New York. pp. 680-700.
25. Quazi, M. H. and H. T. Freebairn. (1968) Critical oxygen level for the respiration of Musa sapientanum variety Gros Michel. Pakistan J. Sci. and Indust. Res. 11 (4) : 391-393.

STUDIES ON KEEPING QUALITY OF VEGETABLE AND FRUIT BY CONTROLLING ATMOSPHERE IN A PERMEABLE FILM PACKAGE[1]

by

Shue-cheng Lin[2]

Summary

Green mature banana and tomato were used to study their respiration rate as a function of oxygen concentration. Some permeable films were investigated their permeability to oxygen and carbon dioxide by Karel *et. al.* method. The oxygen and carbon dioxide concentration in the packaging sealed bag could be predicated by graphical solution in terms of fruit weight, respiration rate, and film parameters such as volume, thickness and permeability to oxygen and carbon dioxide. Some short-time storage experiments were also held to prove the predicated relations between time of storage and gas exchange under given packaging conditions. The results showed that it is useful in evaluation package requirements for fresh fruits and vegetables.

---

1. This research was financed in part by grant of Chung-cheng Scientific Technology Foundation. Series No. (Q) 640.

2. Senior Specialist, Dept. of Horticulture, Taiwan Agricultural Research Institute.

小菜蛾寄生小繭蜂之大量繁殖與田間釋放[1]

邱瑞珍、錢景泰、張良傳、周根清、裘曙舟[2]

小菜蛾（*Plutella xylostella*）（圖1）爲目前本省十字花科蔬菜之首要害蟲。本所接受中央與農復會補助，大量繁殖寄生蜂（*Apanteles plutellae*）以其與農藥拜裕松（Bayrusil）25% 乳劑、蘇力菌以及線蟲等配合使用，以達蔬菜害蟲之綜合防治目的，並確保有效安全與經濟之防治準則。

本計畫在大量繁殖寄生蜂方面，曾力求寄主昆蟲小菜蛾飼育技術之改進，使用外米綴蛾（*Corcyra cephalonica*）與粉斑螟蛾（*Ephestia cautella*）爲代用寄主，以及寄生蜂繭之低溫（7°C）貯存，而達大量繁殖寄生蜂與適期分批釋放於田間，而防治小菜蛾之目的。茲將執行經過報告於後。

材料與方法

一、以小菜蛾爲寄主繁殖小繭蜂（圖2）

（一）室內飼育繁殖：

自民國61年8月初開始進行，每隔3或5天前往臺北附近地區採集，將採得之幼蟲飼育於大型塑膠盆（52×39×15.5cm）內，每天檢出被寄生小菜蛾體外附着之寄生蜂繭，供 7°C 低溫貯藏，未被寄生之小菜蛾幼蟲則任其化蛹，羽化爲成蛾，供產卵繁殖之用。小菜蛾之卵孵化後，其幼蟲以大塑膠盆飼育。每日更換新鮮菜葉，待發育至2～3齡時，除少數留供繼續繁殖外，大部分幼蟲均用以接種寄生蜂，接蜂用直徑 16cm、高 30cm 之大玻璃筒，幼蟲經過寄生蜂產卵寄生1小時後即行移出，另以塑膠盆飼育，經10至12天後即有白色米粒狀之寄生蜂繭出現，蜂繭經5～7天羽化，即爲其次代之父母蜂。如此繼續繁殖，8、9兩月間共接種繁殖成功10餘批。飼育期間養蟲室之溫度均保持 22±2°C，相對濕度爲70～80%。

（二）室外小型飼育繁殖：

民國61年10月以後，室內小菜蛾之數量激增，繁殖費時費力，遂同時在室外，以塑膠袋栽植之芥藍及甘藍菜繁殖小菜蛾。先將塑膠袋種植之菜株放入網箱中供小菜蛾產卵（圖3），次日將附有卵粒之菜株移置室外，俟幼蟲發育至2～3齡時，連蟲帶葉剪下，放入大玻璃筒內，供寄生蜂產卵寄生，後再移置室外，任其發育生長，約經10至14天即可收取多量之蜂繭。在全部飼育過程中，僅小菜蛾與其寄生蜂之產卵係在室內進行，其餘時期均在室外，因此菜株之生長較好，且無日日更換菜葉之麻煩，較爲省時省力。但如此近親繁殖經數代後，蟲體之發育漸見衰弱，必須隨時以田間採集之小菜蛾及小繭蜂加入繁殖羣中更新，始可維持正常之發育狀況。又飼育盆內如蟲數過多，則容易引起小菜蛾幼蟲疾病之發生，影響繁殖工作至巨。

（三）大網室之飼育繁殖（圖7）：

民國62年1月，因鑒於前述室內、外小規模繁殖之小菜蛾寄生蜂，其數量不足供應田間釋放之用

---

1. 試驗報告農試字第六四一號，62年度中央補助蔬菜害蟲綜合防治計畫（73-GSP-A14-A-2287-III）報告。

2. 臺灣省農業試驗所技正兼主任，技佐、技士。

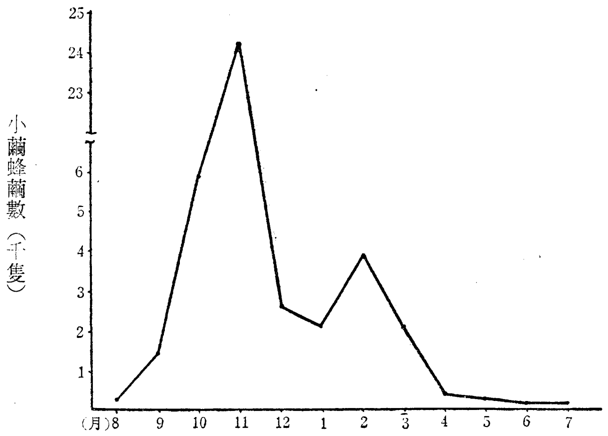
本計畫之進行獲得中央及中國農村復興委員會撥款，嚴奉琰技正支持，農林廳植物保護科前科長王鼎定技正，謝惠騰股長及李朗照技士等多方協助；臺北、高雄、臺中改良場暨士林、楠梓、西螺等鄉鎮農會與各示範田農戶之合作進行，作者等衷心感激。又試驗進行期間承劉成功、劉廷功二君協助試驗，劉嫦娥、林芳賢、邱秋菊、陳明珠諸小姐協助養蟲，均此一併誌謝。

，故另用田間網室繁殖。以5公畝之網室菜園種植甘藍、青江白菜等，將小菜蛾及寄生蜂分批放入網室內，觀察小菜蛾與其寄生蜂在自然環境下之成長與繁殖情形。此時雖值雨季、陰雨連綿，一般田間小菜蛾之發育均不理想，但在網室中短短一個多月之繁殖結果，竟可陸續收得蜂繭 4,393個。由此推測若在雨季或氣候不良之情況下，即田間小菜蛾及其寄生蜂之發生密度低時，似可採用田間大網室繁殖，以達到大量繁殖寄生蜂之目的。

二、小菜蛾小繭蜂之田間採集

本計畫為明瞭小菜蛾寄生蜂在自然環境下之發生情況，乃每隔3至5天前往臺北近郊之景美、水源地、永和、中和、士林、竹子湖、後山、板橋、樹林及泰山一帶，進行田間採集。茲將一年來在臺北附近所採得之小菜蛾小繭蜂之記錄數量製成曲線圖如下：

臺北附近菜園小繭蜂之週年採集曲線圖（民國61-62年）



由上圖可知田間小繭蜂之採集數，以10月至翌年3月較多，其中以11月為最多，10及2月次之，而4至8月間之採集數最少，田間幾乎採不到小繭蜂之繭。由此可知小繭蜂在低溫期較多，此可能與十字花科蔬菜之栽培面積、氣候及施用農藥等有相當密切之關係。

試　驗　結　果

一、小繭蜂冷藏及其羽化情形

本計畫部份之主要工作係在田間大量釋放寄生蜂，以抑低田間之小菜蛾密度。因此平時飼育所得小繭蜂之繭均以 7°C 冷藏，以備分批釋放於田間。依據西螺、士林、楠梓三地寄生蜂釋放後之調查結果，發現其羽化率與冷存時間之久暫關係密切。由表1知小繭蜂之冷存時間以不超過一個月為佳。其羽化率約可保持37～49%。不過冷存之小繭蜂，其羽化率之高低亦因冷存時之蟲齡、溫度、貯存天數及釋放後田間之氣候條件而有差別 。 若欲瞭解各種因素對於其羽化率之綜合影響，尚須進一步研究。

二、以代用寄主繁殖小菜蛾寄生蜂

(一) 外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Staint.) (圖5)

依據前人研究[3,4,6]認爲以外米綴蛾幼蟲爲小菜蛾幼蟲寄生蜂之代用寄主，可達大量繁殖小繭蜂之目的。但經作者等多次重覆試驗，發現以外米綴蛾幼蟲爲代用寄主飼育所得之小繭蜂、被寄生率平均僅爲12.2%，且其幼蟲發育所需日數亦參差不齊，計自15～135天不等，雌雄性比亦以雄性超於雌性，據[6]觀察記錄，雌雄蜂之性比爲1：6.319。故本計畫除以外米綴蛾爲代用寄主外，另覓適當之昆蟲進行實驗。

表 1. 小繭蜂繭在 7°C 冷存之天數與各釋放區之羽化百分率

釋放地區	冷藏期間（天）								釋放日期
	4-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	
西螺	68.96	43.4	38.8	—	—	—	—	—	Dec. 1, 1972
士林	—	42.3	39.35	35.5	—	4.53	13.9	—	Mar. 4, 1973
楠梓	28.57	45.54	31.49	17.57	32.77	13.69	18.86	7.30	May 17, 1973
平均	48.76	43.76	36.54	26.53	32.77	9.11	15.38	7.30	

（二）粉斑螟蛾（*Ephestia cautella* Walker）（圖4）

民國62年4月選定米穀害蟲之粉斑螟蛾爲代用寄主，進行實驗。將羽化後之粉斑螟蛾成蟲移入口徑16cm，高 30cm兩端開口之玻璃筒內，上下端罩以尼龍細網，外遮牛皮紙，豎立於舖墊白報紙之盤上，每筒放蛾100隻，任其交尾、產卵，卵粒即自尼龍網之細孔落於白紙上。卵經收取後放入小玻璃管內，約經3至4天後即可孵化，孵化後之幼蟲以糙米飼育之。幼蟲孵化後約經10天即可接蜂。接蜂時將糙米和幼蟲倒在篩孔約16目之篩上，用手指略爲撥散糙米，然後輕微上下振動，幼蟲即由網孔落下，再以小號毛筆尖挑取幼蟲移入玻璃管中，供寄生蜂產卵，約經半小時，即將被寄生之幼蟲移入盛有糙米厚0.5cm之玻皿（18×10.5cm）內，並以尼龍網覆蓋。大約8天左右，即開始有寄生蜂繭出現，此時可將寄生蜂繭與未被寄生而體形較大之粉斑螟幼蟲，分別挑出，凡幼蟲體形較小者可能已被寄生，則仍將其留於皿內，繼續以糙米飼育，若不作此處理，則收繭時往往會驚動正在吐絲營繭之寄生蜂幼蟲，使其在吐絲中途死亡；同時亦可避免未被寄生之粉斑螟幼蟲嚙食蜂繭。小繭蜂幼蟲在吐絲期中死亡者約3%，受未被寄生之粉斑螟幼蟲食害者約有3.5%。

上述飼育工作係在溫度26～28°C，相對濕度70～80%之室內進行（圖6）。經9次試驗結果，寄生於粉斑螟幼蟲之小繭蜂發育均頗整齊，被寄生後約8至16天即可收繭，其平均寄生率可達43.7%。茲將使用外米綴蛾與粉斑螟幼蟲爲代用寄主飼育寄生蜂，其發育所需日數與性比之差異比較如表2：

表 2. 粉斑螟蛾與外米綴蛾飼育小繭蜂之結果比較

觀察項目	粉斑螟蛾	外米綴蛾
平均寄生率(%)	43.7	12.2
平均寄生蜂之性比(♀:♂)	1:1.44	1:6.319*
接蜂後至繭出現日數(天)	8～16	15～135*

* 招衡、何鎧光記載[6]

使用粉斑螟蛾爲代用寄主，在飼育操作上亦較外米綴蛾爲簡易。茲將其優劣點比較如表 3：

表 3. 二種代用昆蟲飼育小繭蜂之難易比較

飼育作業	外米綴蛾	粉斑螟蛾
成虫之收集	成蛾不活潑，捕捉容易。	成蛾活潑，一受驚動即四處飛翔，捕捉費時。
採卵	卵粒黏附於紗網及紙上，需以小毛筆輕拂，收集時常使少數卵粒受傷。	卵粒無黏性，落在紙上後，隨意滾動，便於收集。
幼虫之食量與食性	食量較大，能將整粒糙米之外層食盡，且吐絲時將數粒糙米綴在一起。	食量較小，初齡幼虫祇食米之胚芽，長大時剝食糙米之外層，或僅食成斑紋狀，絕無吐絲綴米之習性。
幼虫之挑選	適於接蜂之二、三齡幼虫，體膚較厚，可用網篩出，不致因與糙米磨擦而使幼虫受傷致死。	幼虫之體膚薄軟，篩時不可用力左右篩動，但可輕微上下振動，使幼虫由網孔篩下，再用小毛筆挑取。
蜂繭之收集	因其幼虫有綴米之特性，且蜂繭之出現期過長，又不整齊，故收繭頗爲困難。	飼育中期時，已將被寄生與未被寄生之幼虫分開，且繭之出現期頗短而又整齊，收繭容易。

三、小菜蛾寄生蜂之田間釋放

本試驗之蔬菜害蟲防治示範田，係採用低毒農藥、微生物及寄生蜂等綜合防治方法。在蔬菜生育初期約爲定植後 5～10天及25～35天施用25%拜裕松（Bayrusil）乳劑 800 倍，防治 2 次；蔬菜生育中期先調查田間小菜蛾之密度，若平均每株菜上有 1 隻三齡以上幼蟲，或 2 隻二齡以下幼蟲時，即用蘇力菌液劑（Thuricide 90ts）防治。使用蘇力菌後經過10～15 天再釋放小菜蛾天敵小繭蜂之繭，寄生蜂釋放數爲每公頃2,000～2,500隻，釋放前夕將貯藏之蜂繭（圖 8）自 7°C恆溫箱中取出，放入小型保冷箱（圖 9）輸送至釋放田。釋放時以蜂繭置入特製之竹筒內，分別插於菜株下較避風之一面。竹筒直徑約5cm，長約25cm，柄長約20cm（圖10），距筒下端 10cm 處鑿一大孔，徑約 2cm，以便存放蜂繭，最上端另鑿 4 小孔，孔徑約 0.5cm，便於透氣通風，並可使筒內羽化後之小繭蜂由此等小孔飛出筒外，至菜株上尋覓小菜蛾幼蟲寄生產卵。在釋放寄生蜂繭之前，先抽樣調查示範田中之小菜蛾密度及其被寄生率，釋放後經過14天以上再調查田間小菜蛾之密度及小繭蜂之寄生率。茲將西螺、士林及楠梓三區釋放寄生蜂情形及調查結果分述於後：

(一) 西螺示範區之寄生蜂釋放：

本區所栽培之蔬菜均為花椰菜，在其生育初期使用2次25%拜裕松乳劑800倍防治，蔬菜生育中期以90 ts蘇力菌液劑 1,000倍防治。在蘇力菌施用後10天，釋放寄生蜂前即61年12月9日，調查示範區小菜蛾密度及寄生蜂寄生率，並於12日釋放寄生蜂繭，釋放面積約15公頃，每公頃釋放 2,500隻，共釋放37,500隻。同年12月30日舉行綜合防治示範觀摩會，釋放蜂繭26天後調查示範田之小菜蛾密度及其被寄生率，結果如表4：

表 4. 西螺區蔬菜示範田寄生蜂釋放前後之調查（民國61年12月）

區號	位置	示範田環境	釋放前平均每株菜之小菜蛾數（隻）		釋放後平均每株菜之小菜蛾數（隻）		寄生率（%）	
			幼虫	蛹	幼虫	蛹	釋放前	釋放後
1	西南	南面竹林	4.70	0.95	6.78	0.65	—	11.54
2	南	南面竹林	3.53	0.85	3.75	0.40	—	18.75
3	東	東面網室	6.87	1.50	9.18	0.58	1.33	39.13
4	西	西面竹林	4.72	1.15	5.88	0.55	3.35	45.45
5	北	北面雜作，其餘三面菜園	2.55	0.50	3.52	0.32	—	—
6	中央	四周蔬菜	2.95	0.70	3.82	0.28	—	—
平均			4.23	1.02	5.53	0.58	0.79	19.15

由上表可知西螺示範區在釋放寄生蜂前，每株花椰菜上之小菜蛾幼蟲數平均為4.23隻，釋放後26天調查每株幼蟲數平均增加1.30隻，而蛹數則自每株1.02隻減至0.58隻，又其寄生蜂之寄生率在釋放前平均為0.79%，釋放後平均為 19.15%，可見釋放之小繭蜂已在田間發揮其對小菜蛾之寄生效果。

（二）士林示範區之寄生蜂釋放：

本區栽培之蔬菜種類較多，有花椰菜、包心白菜、芥藍菜、芥菜及蘿蔔等。在蔬菜之生育初期施用25%拜裕松（Bayrusil）乳劑800倍2次，至其生育中期以蘇力菌液劑（Thuricide 90ts）1000倍防治。蘇力菌施用後14天，即62年3月19～20日，先調查田間之小菜蛾密度及其被寄生率，再於3月21日釋放寄生蜂繭，釋放面積3.5公頃，每公頃約釋放 2,000隻，共釋放7,115隻，至3月28日舉行觀摩會，於4月11～12日調查釋放寄生蜂之示範區小菜蛾密度與寄生蜂之寄生率。其結果如表5：

表 5. 士林區蔬菜示範田寄生蜂釋放前後之調查（民國62年3月）

區號	菜類	示範田環境	釋放前平均每株菜之小菜蛾數（隻）		釋放後平均每株菜之小菜蛾數（隻）		寄生率（%）		備註
			幼虫	蛹	幼虫	蛹	釋放前	釋放後	
1	花椰菜	西北遠處有房屋及綠竹	1.00	0.17	0.23	0.30	10	18.18	
2	花椰菜	西面綠竹	4.10	0.33	0.97	0.20	—	25.00	有施藥可疑
3	花椰菜	西南綠竹	1.17	0.03	0.33	0.03	—	—	
4	花椰菜	四周菜園	1.33	0.17	1.80	0.10	—	—	
5	甘藍	北面竹林，南面網室	1.80	0.43	1.30	0.13	7.14	60.00	
6	蘿蔔	北面網室	6.67	0.97	1.23	0.10	6.45	62.50	
7	花椰菜	西北草原	1.57	0.03	0.60	0.23	—	22.22	
8	蘿蔔	西北綠竹	2.73	0.13	0.50	0.07	12.50	50.00	
9	花椰菜	四周菜園	1.90	0.23	0.07	0.03	—	—	
10	花椰菜	東北草原	3.67	0.23	2.73	0.17	—	16.67	
11	包心白菜	北面草原	1.37	0.50	0.03	0.10	6.67	25.00	
12	芥菜	三面菜園，東面路	2.57	0.07	0.17	0.07	—	—	
13	包心白菜	北面房屋	1.57	0.13	—	0.07	11.11	37.50	
14	花椰菜	西北綠竹	1.83	—	0.33	0.37	—	26.67	
15	花椰菜	西北綠竹	0.90	0.10	0.03	0.10	—	—	有施藥可疑
16	花椰菜	西面綠竹	2.13	0.07	—	0.03	—	—	有施藥可疑
17	花椰菜	西北網室	2.13	0.13	0.03	0.13	—	20.00	
18	花椰菜	四周菜園	1.23	0.20	1.47	0.03	—	—	
19	蘿蔔	南面綠竹，西北有一排房屋	4.87	1.03	2.27	0.13	6.67	33.33	
20	蘿蔔	同上	4.60	1.43	2.87	0.17	2.44	28.57	
21	蘿蔔	同上	6.47	1.27	2.10	0.23	2.50	22.73	
平均			2.65	0.64	0.91	0.13	3.11	21.37	

由上表知士林示範區在寄生蜂釋放前，平均每株有幼蟲2.65隻，蛹0.64隻，寄生蜂釋放後21～22天調查，其每株小菜幼蟲平均爲 0.91 隻，蛹平均爲 0.13隻，小繭蜂寄生率在釋放前爲 3.11%，釋放後爲21.37%，已見提高。

（三）楠梓示範區之寄生蜂釋放：

本區栽種之蔬菜均爲花椰菜，在蔬菜之生育初期及中期與士林、西螺二區相同，使用拜裕松25%防治，於 62年 5月17～18 日調查小菜蛾之發生密度及其寄生蜂之寄生率，同時釋放寄生蜂繭。面積4.5公頃，每公頃釋放2,000隻，共釋放 8,108隻，於5月22日，舉行觀摩會，並於5月30日調查寄生蜂釋放後田間小菜蛾之密度及其被寄生率。其結果如表6：

表6. ：楠梓蔬菜示範區寄生蜂釋放前後之調查（民國62年５月）

區號	示範田環境	釋放前平均每株菜之小菜蛾數（隻）		釋放後平均每株菜之小菜蛾數（隻）		寄生率（%）	
		幼虫	蛹	幼虫	蛹	釋放前	釋放後
1	北面房屋	0.54	0.04	1.00	0.29	7.14	66.70
2	北面竹林	1.17	0.13	1.75	0.54	5.88	45.83
3	西面果園	0.96	0.04	1.71	0.46	—	57.69
4	西面房屋	0.67	0.38	3.04	0.71	—	29.17
5	四周菜園	1.38	0.25	2.83	0.29	—	—
6	四周菜園	1.54	0.13	2.50	0.21	7.69	16.67
7	四周菜園	1.83	0.25	3.67	0.25	—	—
8	東面果園	1.04	0.13	1.83	0.33	11.11	46.67
9	北面果園	0.83	0.04	1.17	0.29	9.52	50.00
10	北面果園	1.33	0.17	2.38	0.67	—	30.43
11	四周菜園	1.04	0.08	1.13	0.54	9.52	23.52
12	東面房屋	0.58	0.25	0.63	0.29	10.53	30.00
13	西面房屋	0.38	0.38	0.67	0.46	—	21.43
14	西北房屋	0.42	0.04	0.88	0.17	9.53	33.33
15	西南果園	0.50	0.17	0.83	0.38	—	25.00
16	四周菜園	0.63	0.13	1.29	0.43	—	15.80
平均		0.93	0.16	1.68	0.39	4.43	30.74

由上表可知楠梓示範區，寄生蜂繭釋放前後小菜蛾之密度，不論幼蟲或蛹均無顯著之減少現象，並且每株幼蟲自0.93隻增爲1.68隻，蛹則自0.16隻增加爲0.93隻，其原因或係釋放寄生蜂後僅14天即進行調查，而部份被寄生之小菜蛾幼蟲，其體內之寄生蜂幼蟲尙未老熟結繭化蛹之故。或因當時氣溫較高，小菜蛾繁殖較速，而釋放之蜂繭因冷存日數較久，羽化情況較差等所影響。但查田間寄生蜂之寄生率平均在釋放前爲4.43%，釋放後爲 30.74%，顯然已有增加。可惜田間之部份花椰菜已屆採收期，調查工作無法拖延至20天以上，調查結果乃受影響。

討論與結論

蔬菜害蟲綜合防治示範試驗中所採用之各種防治方法，均按預定計畫進行。甚感來年尙須充實飼育小繭蜂之各項設備，及着重於小菜蛾與代用寄主以及寄生蜂繁殖作業之簡化；低毒殺蟲劑對於天敵及其他害蟲之生物反應；新型蘇力菌劑之效力測定；其他生物病毒與有效天敵之探求；小繭蜂貯存情況與羽化率關係等之研究。同時亦應加强灌輸菜農防治害蟲之新觀念，諸如生物天敵對於其寄主害蟲之防治潛能，以及保護天敵在防治害蟲方面之重要性，以免農藥施用失當，非但增加防治成本，且將毒殺害蟲天敵，反而加速害蟲之繁衍。總之，害蟲綜合防治之新構想，須在菜農瞭解下使其欣然接受，如此則可望其對於示範工作採取主動合作態度。玆將本年度之數項試驗結果，討論如後：

一、利用田間大網室繁殖小菜蛾與小繭蜂，似乎較爲理想。本年度曾以５公畝之網室菜園試行

繁殖小繭蜂，在短短1個多月，共採得蜂繭 4,000多個，但因網室內所種蔬菜約有2公畝爲小白菜，其生育期較短，且葉面狹小，不甚適合小菜蛾之大量飼育。又網室內種植甘藍之面積僅3公畝，因未予適時分批栽種，乃使供需失調，致小菜蛾與小繭蜂之繁殖受阻，不然5公畝之網室1個多月約可生產蜂繭1萬個，且僅須分批栽種小菜蛾喜好之菜類，並接種小菜蛾與小繭蜂1至2次，即可使其在有利之戶外氣候條件下，不斷地自然繁殖。其繁殖速度遠較室內爲迅速，不但省工省時，且飼育所得之寄生蜂體型較大而且健壯，一旦釋放於田間，當可發揮更高之防治效果。惟在高溫多驟雨之季節，種植生長期較長之十字花科蔬菜較爲困難，因此須使用育苗箱或適當之苗圃先行育苗，使菜苗供應無虞，始能達到使用田間網室大量繁殖寄生蜂之目標。

二、小繭蜂週年採集量之結果分析，可知全年中所採集之蜂繭數量，以低溫較高溫月份爲多，尤其5至8月間，田間小繭蜂幾近絕跡，此或與十字花科蔬菜之栽培面積，產量及菜價等有密切關係。例如十字花科蔬菜栽培最盛之低溫季節，因菜價低廉，農藥之施用亦必較少，因此小繭蜂可以獲得較多之生存與繁殖機會。故可認爲小繭蜂之繁殖受氣候之影響似乎不大。例如本年5月在高雄楠梓區釋放小繭蜂時，正值南部高溫期，白天氣候均在 30°C 以上，但小繭蜂之寄生率仍然相當高，可見本省無論高溫或低溫期均適於小繭蜂之繁殖。田間小繭蜂之發生密度似與農藥之施用關係最大，此實可增強吾人倡導害蟲天敵保護與利用之信念。

三、小繭蜂繭之貯存與釋放後羽化率之關係。因試驗次數少，貯存時蜂繭之蛹齡、釋放後之氣候，以及貯存樣本數之多寡而不同，尙難推定其最適之貯存溫度與貯存日數。譬如楠梓區貯存10天內之蜂繭，其羽化率比貯存11～20天，21～30天及41～50天者爲低，亦比西螺區爲低（見表1），若要測定貯存期之最適溫度及天數，尙須進行較精密之測定試驗。本年度所獲之資料，僅可推知其冷存期間之長短對於羽化率頗有影響，若憑此揣測其較可能之適合溫度與貯存日數，實不可靠。

四、使用代用寄主昆蟲繁殖小繭蜂。本年度之試驗結果顯見外米綴蛾不但被寄生率低（12.2%），雌雄比相差太大（♀：♂=1：6.319），其自產卵至蜂繭出現所需之日數亦過長，結繭期極不整齊（15～135 天），且飼育操作上之許多困難不易克服，似非理想之代用寄主。若以粉斑螟蛾爲代用寄主，其優點則較外米綴蛾爲多，諸如被寄生率比前者高出數倍（43.7%：12.2%），亦較正常情形下小菜蛾之被寄生率爲高，性比差較小（♀：♂=1：1.44），接蜂後次代蜂繭出現之日數短（約8～16天，見表2），飼育操作亦較簡便（見表3），下年度似可試行大量繁殖。

五、小繭蜂對於小菜蛾之控制。其效果雖然不如化學殺蟲劑之明顯與快速，但仍可削減田間小菜蛾之幼蟲及其化蛹數。釋放後田間小繭蜂之寄生率約可提高18.26～26.31%，可見釋放小繭蜂能控制田間小菜蛾之繁殖。同時種植防風林或與房屋、果樹毗鄰之菜園，其寄生蜂之寄生率較高，此可能受風力因子之影響，小繭蜂較喜棲息在避風場所之故。

摘　　要

小菜蛾（*Plutella xylostella* Linn.）爲目前本省十字花科蔬菜之首要害蟲，其防治方法係以化學藥劑、蘇力菌與寄生蜂等配合使用，以達綜合防治之目的。本文報導小菜蛾及其幼蟲寄生蜂之大量繁殖與釋放工作。

小菜蛾及其寄生蜂之繁殖分室內及田間網室二種，室內繁殖用盆栽蔬菜放入木箱（26×36×40cm）內供成蛾產卵，幼蟲孵化時以大型塑膠盆（52×39×15.5cm）飼育，幼蟲發育至2～3齡時，移置大玻璃筒內，供寄生蜂產卵寄生，約經10～12天即可收繭。田間網室繁殖係以5公畝之網室菜園種植蔬菜，使小菜蛾及其寄生蜂能在自然環境下進行繁殖。若環境適宜，可採收相當數量之蜂繭。

在小菜蛾與寄生蜂之繁殖過程中，若小菜蛾蟲數增多時，常引起小菜蛾毒素病之蔓延，或因新鮮蔬菜之供應不足而使繁殖工作受阻。爲謀解決此等困難，筆者等乃以積穀害蟲，外米綴蛾與粉斑螟蛾代替小菜蛾繁殖寄生蜂。

本計畫繁殖所得之小菜蛾寄生蜂，曾於民國61年12月9日，62年3月19～20日與5月30日分別釋放於西螺、士林、楠梓三地示範田，以配合化學藥劑與蘇力菌之防治菜蟲。每公頃寄生蜂釋放數爲2,000～2,500隻，釋放時以蜂繭裝入特製之竹筒內，插於菜株近旁較爲避風之一面。在蜂繭釋放之前或後一天，與釋放後二至三個星期進行田間小菜蛾密度及寄生蜂寄生情形之調查。其結果分析顯示釋放寄生蜂確可降低田間小菜蛾之幼蟲及蛹數，同時田間寄生蜂之寄生率比釋放前約可增加18.26～26.31%。

參考文獻

1. 吳國家 1968 小菜蛾之形性觀察及其天敵考查。農業研究，17 (2)：51–64., 3 figs.
2. 范幸惠、何鎧光 1971 小菜蛾小繭蜂生活習性繁殖方法及幾種殺蟲藥劑對其影響之初步研究。植物保護學會會刊，13：156–161., 4 tabs.
3. 王淸玲、招衡、何鎧光 1972 小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurdj.) 對小菜蛾 (*Plutella xylostella* Linn.) 及外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Staint) 寄生性之研究。植物保護學會會刊，14：125–128., 5 tabs.
4. 招衡、何鎧光 1972 不同飼料對外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Staint) 發育之影響。植物保護學會會刊，14：129–130., 1 tab.
5. 邱瑞珍、錢景秦 1972 小菜蛾 (*Plutella xylostella* Linn.) 幼蟲寄生小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurdj.) 之觀察。植物保護學會會刊，14：145–152., 4 figs.
6. 何鎧光、招衡 1972 外米綴蛾繁殖小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurdj) 之寄生現象。國立臺灣大學農學院研究報告，13 (2)：47–57, 7 figs.,8tabs.
7. 高學文 1974 小菜蛾研究成果概觀。科學農業，22：45—55.

MASS PRODUCTION AND FIELD LIBERATION OF A LARVAL PARASITE (*APANTELES PLUTELLAE*) OF THE DIAMONDBACK MOTH [1]

Shui-chen CHIU, Ching-chin CHIEN, Ken-ching CHOU, Liang-chuan CHANG, and Shiu-chou CHIU [2]

Summary

The diamondback moth, *Plutella xylostella* L., is one of the most serious insect pest of the cruciferous vegetable in Taiwan. A demonstration integrated control program of this pest, involving chemical, microbial and biological agents has been conducted in recent years. An improved technique for mass production of the diamondback moth and its larval parasite, *Apanteles plutellae* is reported in this paper.

1. Research report serial no. 641 of the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior entomologist and junior entomologists.

Larvae of the diamondback moth were reared in the insectary in plastic trays (52×39 ×15.5cm) with fresh vegetable supplied daily. Wooden cages (26×36×40cm) with potted growing vegetables were used for moth oviposition. In addition, an outdoor 0.05 hectare screened vegetable garden was furnished for host and parasite rearing under natural conditions.

From the insectary rearing, 2nd- and 3rd-instar larvae of the diamondback moth were obtained for *Apanteles* oviposition. Also, a large number of parasite cocoons were daily collected from the field screen house when the temperature and humidity were suitable for field rearing. Difficulties were encounted when a large number of diamondback moth was reared at one time, because of the effects of weather conditions, virus disease, fresh vegetable supply, etc. For overcoming those difficulties, two species of rice moths, *Corcyra cephalonica* Sta. and *Ephestia cautella* Walk. were chosen as alternative hosts for *Apanteles* mass production.

The field liberation of parasites was carried out on December 9, 1972, March 19-20 and May 30, 1973 at Hsilao, Shihlin and Nantze respectively. *Apanteles* parasites were released about 2 weeks after Thuricide 90ts applications. One day before or after, and 2 weeks after the parasite liberations the populations of the host insect and parasite were investigated. Results showed that the parasite liberation was apparentely effective in reducing the density of larvae and pupae of the diamondback moth. And in increasing the percent parasitism by *Apanteles plutellae* in the above releasing fields by the amounts ranging from 18.26-26.31%。However, the rate of parasitism depended largely upon the rate of parasite emergence, location of vegetable fields and weather conditions within 2 weeks after parasite release.

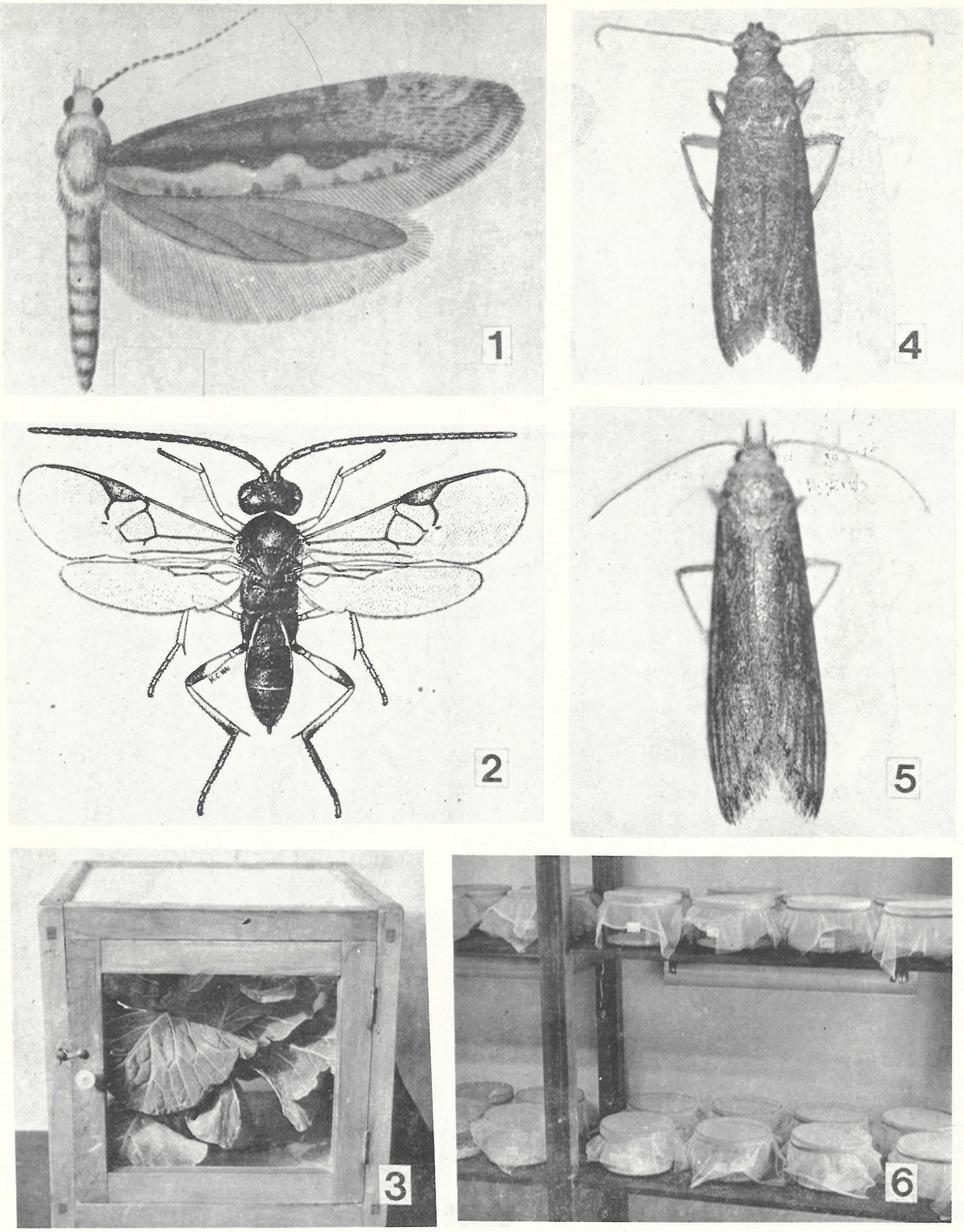


圖1－6：1.小菜蛾（*Plutella xylostella*）。2.小菜蛾寄生小繭蜂（*Apanteles plutellae*）。3.小菜蛾產卵繁殖。4.粉斑螟蛾（*Ephestia cautella*）。5.外米綴蛾（*Corcyra cephalonica*）。6.使用粉斑螟蛾與外米綴蛾飼育小菜蛾寄生蜂。

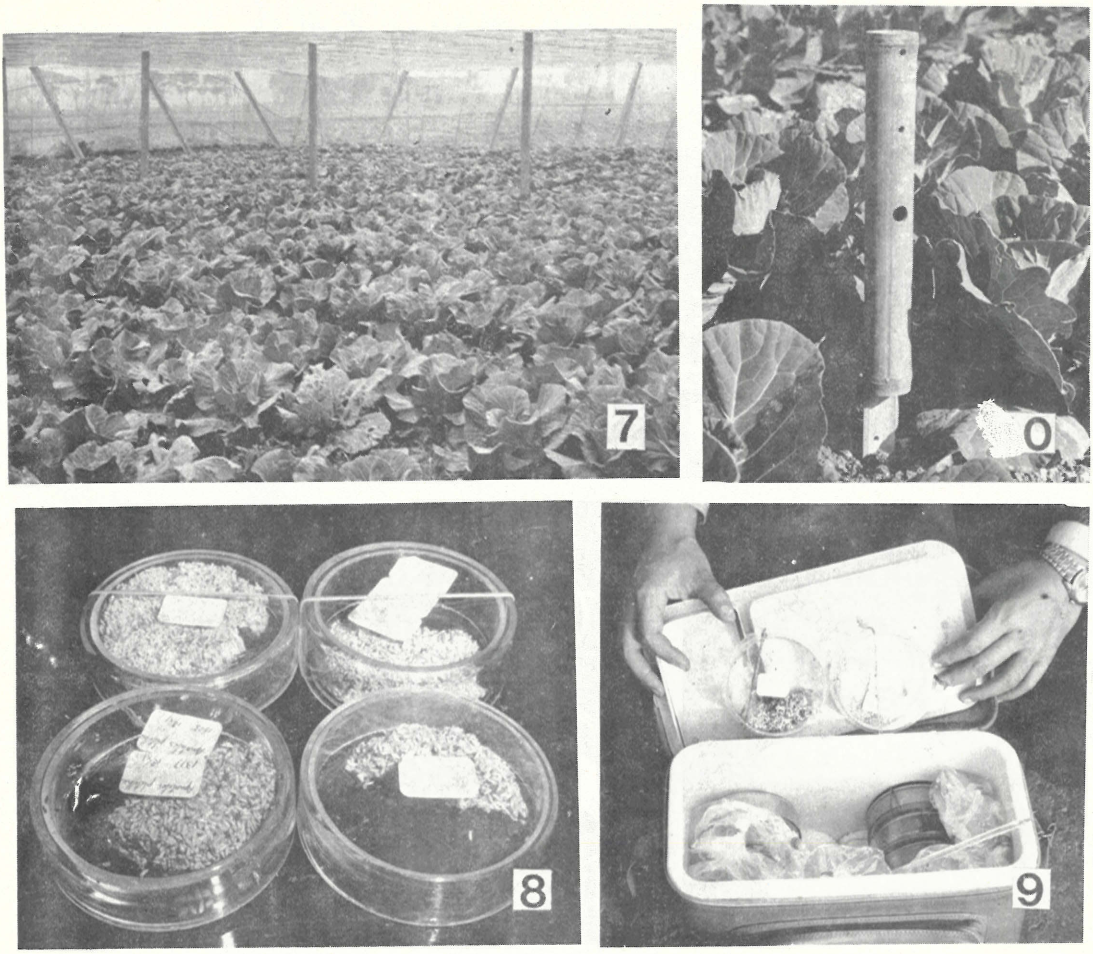


圖7—10： 7. 田間大網室繁殖小繭蜂（*Apanteles plutellae*）
8. 人工培養之小繭蜂繭
9. 輸送蜂繭之冷存箱
10. 小繭蜂田間釋放器

塑膠菇舍粗緣瘿蠅幼蟲之研究[1]

林珪瑞　倪秋華[2]

臺灣洋菇自推廣示範，以至大面積栽培供加工製罐發展外銷，僅約二十年。由於洋菇產品以銷售國外爲主，故原料品質要求較爲嚴格，必須有優良成品，始能在國際市場，與其他生產洋菇國家競爭。臺灣菇罐過去在國際市場之銷售數量逐年增加，且有供不應求之趨勢。而目前因受其他生產洋菇國家栽培面積不斷提高，以及新興洋菇國家增產外銷之影響，故臺菇在國際市場已漸受威脅。因此不得不從提高單位面積產量加强研究，始能降低原料生產成本；並應就害蟲防治加强研究，以求達到提高原料洋菇之品質。

臺灣洋菇產品加工製罐外銷，除受原料品質之限制外，則以菇體含蟲數量影響最大，其中尤以瘿蠅類之幼蟲潛入菇體中，在加工製罐過程中無法將其除去。目前除美國已實施進口臺菇嚴格之衛生檢驗(包括菇罐含蟲數量)外，加拿大亦已對進口臺灣菇罐實施衛生檢驗，尤以菇罐含蟲標準更爲嚴格。

塑膠菇舍栽培洋菇所用堆肥，均採用短期之前醱酵，然後在菇舍中以蒸氣加溫進行堆肥後醱酵，結果不但使氨氣轉變而消失，更適合於洋菇菌絲之發育。 在後醱酵時以高溫 (60°C) 保持頗長時間處理菇舍及堆肥，使菇舍中及堆肥中之有害雜菌受到抑制，亦能將潛伏或生活在堆肥中及菇舍內之害蟲致死。堆肥在高溫消毒後，降溫並培養堆肥中之有益微生物。可見堆肥經後醱酵後，不但品質改善，氨氣消失，其中微生物亦受溫度不同之處理而由複雜不利，變爲較單純有益，適合於洋菇菌絲之生長。由於塑膠菇舍種種措施，已有顯著提高單位面積之產量及品質。但以臺灣洋菇均係外銷，不得不求符合國際標準，更應就害蟲加以充分瞭解，始能減少菇體含蟲數量。

爲害洋菇之瘿蠅[1,2,3,32]在臺灣雖已發現有三種，即粗緣瘿蠅 (*Heteropeza pygmaea* Winnertz)，直脈瘿蠅 (*Henria* sp.) 及菇瘿蠅 (*Mycophila speyeri* (Barnes))。前兩者幼蟲大部分潛入菇體內部 (84～99%)，尤以粗緣瘿蠅在目前塑膠菇舍中普遍發生，其幼蟲發生時期，通常在菇床出菇後30～45天，即能在菇體中漸漸發現，因其在食料充足及適宜環境下均以幼體生殖(Paedogenesis)，繁殖極爲迅速，故在洋菇栽培中後期菇體含蟲數量，往往超過菇罐衛生檢驗標準。此與以往普通稻草菇舍中自菇床出菇初期，即能發現其幼蟲潛入菇體中顯然不同。雖塑膠菇舍栽培初期可減少洋菇原料之含蟲數量，但在栽培中後期之瘿蠅爲害問題仍然存在。

爲害洋菇之瘿蠅雖因種類不同，其生活習性頗爲相異[1,2,3,6,11,13,15,16,21,22,24,30,32]，故在實際使用藥劑防治其幼蟲，並不能對所有爲害洋菇之瘿蠅達到理想治蟲效果，或雖有效，但部份藥劑對洋菇產量頗有影響[8,9,10,12,14,15,17,18,21,23,25,26,27,28,33]，而致未能使用。粗緣瘿蠅幼蟲即爲明顯之實例，其幼蟲行動頗爲活潑，幾乎全部能沿菇柄向上潛穿菌環棉絮組織而進入菇體內潛伏，故以過去在普通稻草菇舍防治菇瘿頗爲理想之除蟲菊精 (4-40% Safrocide) 防治其幼蟲，尚難達到理想治蟲效果。

茲就59/60及60/61年期塑膠菇舍粗緣瘿蠅幼蟲之生境因子觀察結果，及在室內試驗研究資料整理報告，俾供關心臺灣洋菇事業，外銷菇罐瘿蠅問題防治之參考。

材料及方法

一　粗緣瘿蠅幼蟲在各洋菇品系菌絲上之生殖

本文第一作者獲中正科學技術研究講座補助，研究經費承臺灣區洋菇試驗研究基金補助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第六四二號

2.臺灣省農業試驗所薦任技士、技術員

此項觀察，係就目前在本省推廣栽培之主要洋菇品系542,543,547,551及554與近年自英國及荷蘭新引進11個洋菇品系（編號為 E1, E2, E3, E4, E5, E6, H1, H2, H3, H4及H5），共16個洋菇品系供作觀察材料。每次試驗觀察時以玉米抽出液培養基 Corn extract agar（玉米 200g，洋菜 20g, 水 1,000ml），在120°C 電熱高壓殺菌鍋中經殺菌半小時，再在試管中（18×1.8cm）作成斜面培養基，然後接種各洋菇品系菌絲，各組接種10支試管，放置 30°C 定溫箱中，俟洋菇菌絲長至培養基表面約1/2時，各試管分別接種小型幼蟲（體長約 1mm）1隻，每品系每次均接種10試管，供重複觀察。分別放置於地下洋菇栽培室，以求適合於洋菇栽培之溫度，及放置定溫箱中，然後逐日將各試管在雙眼實體顯微鏡（Binocular stereoscopic microscope）下，檢查小幼蟲至母幼蟲產生仔幼蟲所需時間，及母幼蟲行幼體生殖之數量，比較幼蟲以各洋菇品系菌絲為食料時繁殖之差異，藉可明瞭洋菇品系之耐蟲性。以英國及荷蘭之洋菇品系作為幼蟲食料觀察時，方法與上述相同，但以洋菇542及547品系參加觀察試驗，作為對照組。

二　幼蟲在塑膠菇舍之生境因子調查

粗綠瘿蠅幼蟲為食菌性昆蟲，所嗜食菌類頗廣[1]，但其生殖均依食料菌株種類而有不同[11,24]。此項調查自堆肥後醱酵後開始，觀察在菇床堆肥中所產生之菌類及其發生過程與粗綠瘿蠅幼蟲生長之關係。

三　幼蟲食性之觀察

粗綠瘿蠅幼蟲為食菌性昆蟲，食料菌類種類頗多[11,24]。目前塑膠菇舍堆肥經後醱酵後，在堆肥上產生大量放射菌（Actinomyces）及*Humicola*。經就放射菌中分離有2種（代號：A4及B4）及 *Humicola* 菌中分離有3種（代號：HM1, F96及Hu）供作幼蟲食料之觀察材料。以玉米抽出液經高壓殺菌後在試管（18×1.8cm）作成斜面培養基，然後分別接種上述各菌供作食料，每次觀察每種菌各接 10試管，然後放置在 30°C 定溫箱，經2天後使菌絲長滿，取出各供試之試管，每管接入小幼蟲1隻，然後放置 30°C 定溫箱中培養，其後逐日將試管放在雙眼實體顯微鏡下，檢查幼蟲在各供試試管中之生活，以明瞭其食性。

此項觀察除以各菌株單獨飼養幼蟲外，並另進行在各種放射菌上加接洋菇（547）菌絲，供作幼蟲食料飼養。先在試管斜面培養基上接種放射菌，分為重疊接種（on）及分開接種（s）之處理。重疊接種先在培養基上全面塗抹接種放射菌，放置30°C定溫箱中2天後，取出試管將洋菇菌絲接種於放射菌上，再放置於 30°C 定溫箱中培養，經10天洋菇開始生長後，每試管接入小幼蟲1隻，每次觀察10試管，然後每天於顯微鏡下檢查幼蟲之生活情形。分開接種之處理，僅在斜面培養基表面之一端塗抹接種放射菌，另一端接種洋菇菌絲，處理方法及幼蟲接入與重疊接種法相同。

另在放射菌上加 *Humicola* 菌飼養幼蟲，處理方法同上，僅在放射菌上再接種 *Humicola*菌，經2天後，每試管接入小幼蟲各1隻，觀察方法與上相同。

四　粗綠瘿蠅幼蟲在塑膠菇舍之消長

此項調查係在嘉義梅林自營洋菇栽培場之四十棟塑膠菇舍中進行，於59/60年期洋菇栽培期間，每隔5天抽取新鮮洋菇樣品，以菇罐衛生檢驗方法進行檢查各樣品之菇體含有瘿蠅幼蟲之數量。並在柳營旭振洋菇栽培場十棟塑膠菇舍抽取新鮮洋菇樣品，亦以菇罐衛生檢驗方法檢查菇體含有粗綠瘿蠅幼蟲之數量，以明瞭其幼蟲在菇床中之增殖情形。

五　幼蟲耐溫性之試驗

粗綠瘿蠅幼蟲耐溫試驗，分為耐低溫及耐高溫：

耐低溫處理以玉米抽出液試管斜面培養基接種洋菇（554）菌絲，放置 30°C定溫箱中，俟菌絲發育生長後，接入體軀中型（1.5～2.0mm）或小型（0.9～1.2mm）之幼蟲1隻於試管中，每組中型及小型幼蟲各以10～20試管供作重複，然後放置於大同TR—604型冰箱中，定溫在 10°C經過15,25,40及60天後取出，在顯微鏡下檢查所接入幼蟲之成活情形。

耐高溫處理，先自以 *Trichoderma lignorum* 為食料飼養之試管中，於顯微鏡下挑選體軀中

型（1.7～2.0mm）而活潑之幼蟲20隻，分兩組裝於兩個乾淨小指形管（4×1cm）中，然後以塑膠紙包棉花塞緊，並用石臘封口供耐溫處理，另一小指形管放置於室溫下。高溫處理時在水溫箱（Water bath）先行將水溫升高至試驗溫度，將盛裝幼蟲密封之小指形管裝入試管（18×1.8cm），投入水溫箱中之溫水內，水溫分40°，45°及50°C，均經過處理6小時後，將管內幼蟲分別挑出接種在*T. lignorum* 菌絲上。每試管接幼蟲1隻，同時並將放置室溫下之另一小指形管中之幼蟲亦分別接種在*T. lignorum* 菌絲上作為對照，並以紅筆圈記之，以便利鏡下檢查觀察其成活情形。

六　休眠幼蟲形成之觀察

此項觀察係以洋菇菌絲（542、543、547、551及554品系）分別接種在玉米抽出液斜面培養基上，放置室溫或30°C定溫箱中，約經10天後洋菇菌絲已發育生長，在各試管中接入小幼蟲1隻，每次觀察10個試管，並按日在顯微鏡下檢查休眠幼蟲之形成及數量，經過飼養30～45天。

另於1972年4月初旬在柳營旭振塑膠菇舍，調查十棟菇舍菇床下土壤中粗緣癭蠅之休眠幼蟲。每棟菇舍在下層菇床下面土壤，分6處採取土壤樣品各一把，混拌後為每棟菇舍之土樣。每棟土樣裝入一塑膠袋，然後携回室內，每棟菇舍稱土樣25g, 10重複，用浸水法檢查土樣中之休眠幼蟲。先將25g土樣經過40meshes銅篩篩過，放入500ml燒杯，加水300ml攪拌後靜置數分鐘，將其澄清液經抽氣漏斗濾過，檢查休眠幼蟲之數量。

七　休眠幼蟲耐溫之試驗

休眠幼蟲耐溫處理，分為耐低溫及耐高溫兩組處理。

耐低溫之休眠幼蟲，以Czapek's斜面培養基，接種*Trichoderma lignorum* 菌絲，經過一星期後，再接入粗緣癭蠅中型活潑幼蟲於每一試管內，然後放置30°C定溫箱中培養45～60天。各試管中即能形成休眠幼蟲。將該休眠幼蟲以移植針挑出，並在顯微鏡下檢查除去受傷者，然後接種於玉米抽出液斜面培養基之洋菇（554）菌絲上，每試管接入休眠幼蟲各1隻，放置10±2°C之大同牌TR-60A冰箱中。經過1,2及4個月，分別取出於室溫下逐日在顯微鏡下檢查休眠幼蟲是否仍具生殖能力，再經10天左右，將未產生幼蟲之休眠幼蟲在顯微鏡下解剖，觀察休眠幼蟲是否死亡，每處理10試管。另外將休眠幼蟲挑選完整無損者100個，體長為1.2～1.8mm, 平均1.4mm，裝入小指形管中（2.0×0.6cm），管口以棉花塞緊，裝入試管中（18×1.8cm），以棉塞塞緊，然後放置上述冰箱中，經過5個月後，取出在顯微鏡下解剖觀察休眠幼蟲內部小幼蟲之生活情形。

耐高溫之休眠幼蟲亦以上述方法培養成形後，將休眠幼蟲自試管中挑出放於培養皿內之濾紙上，在顯微鏡下用小毛筆挑選完整無損者20隻（體長1.2～1.6mm平均1.4mm）共4組，分別裝入4支小指形管（4×1cm），管口以包塑膠紙之棉花塞緊，並用石臘封口，其中3支小指形管分別裝入18×1.8cm試管中，各放入40°、45°及50°C之水溫箱中，經過6小時處理後，將小指形管中之休眠幼蟲分別接在Czapek's或玉米抽出液培養基上之*T. lignorum*，每試管均接入1隻休眠幼蟲，放置在室溫下，逐日在顯微鏡下檢查休眠幼蟲之生殖，再經約10天，並將未生殖之休眠幼蟲在顯微鏡下解剖以確證其死亡。另1支小指形管在50°C之處理時，當水溫28°C時即將盛裝休眠幼蟲之試管放入，使水溫緩慢升高，經45分鐘後始達到50°C。在水溫處理同時，並將另外盛裝休眠幼蟲之小指形管放置於室溫下供作對照。

八　休眠幼蟲耐久之觀察

以洋菇菌絲及*T. lignorum* 菌絲培養所形成之休眠幼蟲，自各試管中以接種移植針挑出，經在顯微鏡下挑選完整無損者，用小毛筆輕挑裝入小指形管，並用棉花將管口塞緊，放入培養皿中加蓋，在室溫下經過存放各段時日後，再將小指形管中之休眠幼蟲挑出，接於洋菇或*T. lignorum* 之菌絲上，並逐日觀察休眠幼蟲之生殖情形。

試　驗　結　果

表 1. 粗緣癭蠅幼蟲在洋菇各品系菌絲之生殖情形

	培養平均溫度(°C)	觀察蟲數	58—542	58—543	58—547	58—551	58—554
幼體生殖一世代日數	16.6	10	17.4	15.6	16.0	14.8	14.5
	18.1	10	12.2	12.6	12.7	11.4	12.5
	18.5	10	13.3	12.5	12.8	13.0	12.4
	平均		14.3	13.6	13.8	13.1	13.1
	20.8	10	9.3	10.1	10.0	10.3	9.9
	21.1	10	9.2	11.0	11.3	9.3	8.9
	23.7	10	7.5	7.9	10.3	7.8	7.5
	平均		8.7	9.7	10.5	9.1	8.8
	27.6	10	5.6	5.3	6.0	5.8	5.9
	30.0	80	6.7	6.1	6.5	6.3	6.2
	平均		6.2	5.7	6.3	6.1	6.1
母幼蟲產生幼蟲數	16.6	10	10.6	11.4	14.0	11.8	11.0
	18.1	10	8.4	7.0	5.8	9.8	8.3
	18.5	10	8.7	9.5	9.8	10.0	9.4
	平均		9.2	9.3	9.9	10.5	9.6
	20.0	10	13.0	7.7	6.4	7.8	10.3
	21.1	10	10.8	7.5	7.3	8.8	10.2
	平均		11.9	7.6	6.9	8.3	10.3
	27.6	10	13.0	13.4	11.1	10.8	12.6
	30.0	80	8.2	10.0	7.6	8.4	9.6
	平均		10.6	11.7	9.4	9.6	11.1
20天增殖數	16.6	10	13.6	16.4	17.5	15.5	29.3
	17.7	10	41.3	67.8	32.0	48.0	74.4
	18.1	10	7.6	5.5	5.3	7.2	6.2
	平均		20.8	29.9	18.3	23.6	36.6
	20.8	10	12.8	9.3	8.0	16.4	19.7
	21.1	10	51.0	41.0	23.3	54.5	55.4
	23.3	10	50.8	62.5	35.9	75.6	86.4
	23.7	10	26.2	26.1	5.7	32.6	50.2
	平均		35.2	34.7	18.2	44.8	52.9
	27.6	10	32.6	32.1	54.6	21.1	84.6
	30.0	70	42.7	56.3	36.6	33.1	65.5
	平均		37.7	44.2	45.6	27.1	75.1

一　粗緣癭蠅幼蟲在各洋菇品系菌絲上之生殖

臺灣洋菇之栽培，先後分別自美國、日本、法國、荷蘭及英國引進許多品系，經試驗後選取在臺灣地理環境適宜之品系，再行推廣栽培，故所有各推廣品系，均經精密及區域試驗具有優良成績者。影響洋菇罐頭品質最嚴重者爲癭蠅之爲害，故先後曾就現行推廣之優良洋菇各品系，檢定其耐蟲性之差異[4]，以明瞭粗緣癭蠅幼蟲之食料適應。

本試驗就現行推廣 5 個優良洋菇品系之菌絲在不同溫度下飼養幼蟲之結果(表 1)，自小幼蟲至母幼蟲行幼體生殖情形，在 16～18°C之間，即洋菇子實體形成及菇床出菇之溫度下以品系542及547所經過時間較長，在 20～24°C，亦即菇床菌絲發育溫度下，則以品系547及543較長，在 28～30°C則以543最短，但在此溫度，並非洋菇栽培之適宜範圍內。另就每隻母幼蟲所產生幼蟲數，在16～18°C 之範圍，以品系542及543最少，20～21°C則以品系547及543較少。再就 1 隻小幼蟲經繁殖20天之幼蟲數，在16～18°C以品系547最少，542次之。在 20～24°C亦以547最少。由此項食料適應觀察試驗，現行推廣之洋菇品系所受粗緣癭蠅幼蟲之爲害，在品系間具有明顯差異。尤以品系547、542及543對粗緣癭蠅幼蟲較有耐蟲性，在洋菇栽培之菌絲發育，子實體形成及菇床出菇之溫度較爲有利。

另就新近自荷蘭及英國引進洋菇11個品系，經在 15°～19°C間以菌絲飼養幼蟲觀察結果（表 2），幼蟲發育所經時間（小幼蟲至幼蟲行幼體生殖）以荷蘭品系 H_2 及 H_4 爲最長，並較對照之 542 及 547爲長；英國品系以 E_1 及 E_3 較長，而每母幼蟲幼體生殖數荷蘭品系 H_4 及 H_2 爲最少，英國品系以 E_1 最少。

表 2.　粗緣癭蠅幼蟲在新引進洋菇品系菌絲之生殖情形

	培養平均溫度(°C)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	542	547	H1	H2	H3	H4	H5
幼體生殖一世代日數	15.4	—	—	—	—	—	—	23.1	19.3	23.0	26.0	25.6	27.3	21.1
	16.5	21.6	19.6	21.9	18.9	20.3	18.6	22.6	25.0	—	—	—	—	—
	18.6	—	—	—	—	—	—	—	14.3	14.0	14.5	13.4	12.4	14.9
	18.9	15.4	15.0	13.5	14.6	13.8	13.7	13.9	—	—	—	—	—	—
	平均	18.5	17.3	17.7	16.8	17.1	16.2	18.4	18.1	18.5	20.3	19.5	19.9	18.0
母幼蟲產生幼蟲數	15.4	—	—	—	—	—	—	7.6	9.0	3.6	2.3	7.0	3.6	8.1
	16.5	5.2	8.1	12.5	11.3	8.3	13.6	5.7	3.7	—	—	—	—	—
	18.6	—	—	—	—	—	—	—	9.1	10.2	8.6	10.4	1.6	11.9
	18.9	2.4	5.6	7.6	3.9	5.3	6.8	5.8	—	—	—	—	—	—
	平均	3.8	6.9	10.1	7.6	6.8	10.2	6.3	7.8	6.9	5.5	8.7	2.6	10.0

二　幼蟲在塑膠菇舍生境因子之調查

塑膠菇舍栽培洋菇所用堆肥，在堆肥場前醱酵堆積時，爲配合在菇舍中進行後醱酵處理，即將堆積時間縮短，通常前醱酵採用 2,4,4,3,2 共15天，較普通菇舍栽培堆積時間縮短約10天，因此堆肥之舍外曝露之時間較短，即可減少害蟲在堆肥上繁殖機會。

塑膠菇舍最初設計爲完全密閉，目的爲求能將堆肥加溫進行後醱酵處理，以達到理想洋菇栽培堆

肥條件；另方面由於能密閉，可供進行藥劑燻蒸，以求對洋菇病蟲害加以抑制。但本省地理環境、氣候以及菇農為節省通風機之用電，而造成菇舍內通風量不足，直接影響洋菇生長。故一般菇農均在堆肥後醱酵後，即將菇舍開窗以求通風量提高，及氣溫較高時藉通風降低菇舍內溫度。目前凡開窗（僅有極少數未開窗)之塑膠菇舍，所加裝之紗網均嫌過粗，規定紗網應在 100 meshes以免瘦蠅成蟲侵入菇舍產卵為害，而實際上市面並無 100 meshes 紗網出售，菇農均以就地取材使用，紗網孔目自1～3 mm不等，且亦有部份菇農認為粗孔目紗網通風性較為良好，因此不但為節省通風電力而開窗，菇舍中之濕度未能充分保持，失去密閉之意義，且由於紗網過粗，使瘦蠅成蟲（體寬約 0.25mm）有機會侵入菇舍。

堆肥經加蒸氣進行後醱酵，由於溫度之處理，使堆肥在前醱酵期間所感染有害雜菌無法繁殖為害，並且利用溫度控制培養有利於洋菇菌絲生長之放射菌及 *Humicola*。因此，堆肥在前醱酵時所構成複雜不利於洋菇生長之微生物，由於受溫度處理之影響，而轉變為更適於洋菇菌絲生長之條件，且由高溫處理，所潛伏生活在前醱酵堆肥中之害蟲亦無法生存繼續繁殖為害。

後醱酵後之堆肥中產生大量放射菌，此菌不但對菇床有害雜菌具有極強抑制能力 [7]， 且粗緣瘦蠅幼蟲亦無法生活。故堆肥經後醱酵後，不但雜菌無法繁殖而減少可供幼蟲之食料，並有大量放射菌產生可使幼蟲無法生存。雖然在後醱酵後之堆肥亦產生大量 *Humicola* 菌，此菌雖可供幼蟲之食料，但其成蟲如未自外界侵入產卵，則無法在短期間內繁殖幼蟲為害。

三　幼蟲食性之觀察

粗緣瘦蠅為食菌性昆蟲，分佈於世界各地區，為洋菇栽培業之重要害蟲。在臺灣除為害洋菇外，尚能以多種雜菌為食料 [11,24]，且有些雜菌較洋菇菌絲更適合於幼蟲生長， 故在屏東市非洋菇栽培地區亦曾採得其成蟲，由此更可證明其在野外隨地均有豐富之食料。

表 3.　粗緣瘦蠅幼蟲在放射菌上之生長情形

放　射　菌	供 試 蟲 數	溫　度 (°C)	生　殖　數
A4	20	30	—
B4	140	30	—
A4+547 (on)	20	30	—
B4+547 (s)	20	30	17
B4+547 (on)	30	30	19

表 4.　粗緣瘦蠅幼蟲在 *Humicola* 上之生長情形

菌 株 代 號	供 試 蟲 數	溫　度 (°C)	每代所需日數	每母幼蟲生殖數	20天增殖幼蟲數
HM1	10	30	5.0	12.0	90.4
F96	10	30	5.6	9.6	34.1
Hu	10	30	5.7	9.7	50.8
A4+HM1 (on)	10	30	—	—	2.4
A4+F96 (on)	10	30	—	—	13.8
A4+Hu (on)	10	30	—	—	10.0

塑膠菇舍栽培洋菇 ， 堆肥經後醱酵處理後雜菌均已消失 ， 而代替以白粉狀高溫性之放射菌（ Actinomyces) 及絨毛狀之*Humicola*，前者不但對堆肥上常見有害洋菇之雜菌(*Penicillium* sp. ，

Trichoderma sp. , *Chaetomium* sp. 及*Fusarium* sp. ）具有强烈之抑制生長作用[7]，且對粗綠瘿蠅幼蟲之生活亦具有抑制之效果。就表 3 試驗所得結果， 自堆肥中分離之兩種放射菌（A4, B4）在30°C之環境用以飼養幼蟲，均無法生活。 再參照菇床之實際情形，先行培養放射菌後， 再接上洋菇品系 547 菌絲於上面（on）或以放射菌與洋菇分開（s）接種者飼養幼蟲，A4 放射菌加接洋菇（547）菌絲飼養幼蟲未見有增大，經數天後漸次死亡，而放射菌 B4與洋菇分開接種或洋菇與放射菌重疊接種，則有大部分幼蟲能長大，並行幼體生殖，由此可見後醱酵堆肥播種洋菇菌種，如堆肥中所產生之放射菌是 A4 ，則瘿蠅幼蟲較難生存。如堆肥中之放射菌是 B4，則由試驗結果可知幼蟲尚有大部能生活，並行幼體生殖。

其次，在堆肥後醱酵後所產生高溫性*Humicola* spp. ，經就堆肥中分離 3 種（代號HM1, F96, Hu），以其菌絲在30°C培養幼蟲，所得結果如表 4 。可見 3 種 *Humicola* 之菌絲飼養幼蟲均可發育正常，並行幼體生殖。其中以 HM1 似較適合爲幼蟲之食料，F96及Hu 之菌絲飼養所得結果相差不大，但接入幼蟲20天之增殖數則以 F96最少。

由於堆肥中實際情形，放射菌及*Humicola*均係共同產生，故再以放射菌A4加接*Humicola*供爲幼蟲食料。但自接入幼蟲至20天之增殖數，均顯較 3 種 *Humicola* 單獨爲食料之生殖數爲少，尤以A4+HM1之增殖爲最少。由此可知 *Humicola* 之菌絲雖可供作幼蟲之食料，但在菇床中與放射菌共同產生時，因受放射菌之影響，對幼蟲之生殖亦能受到抑制。

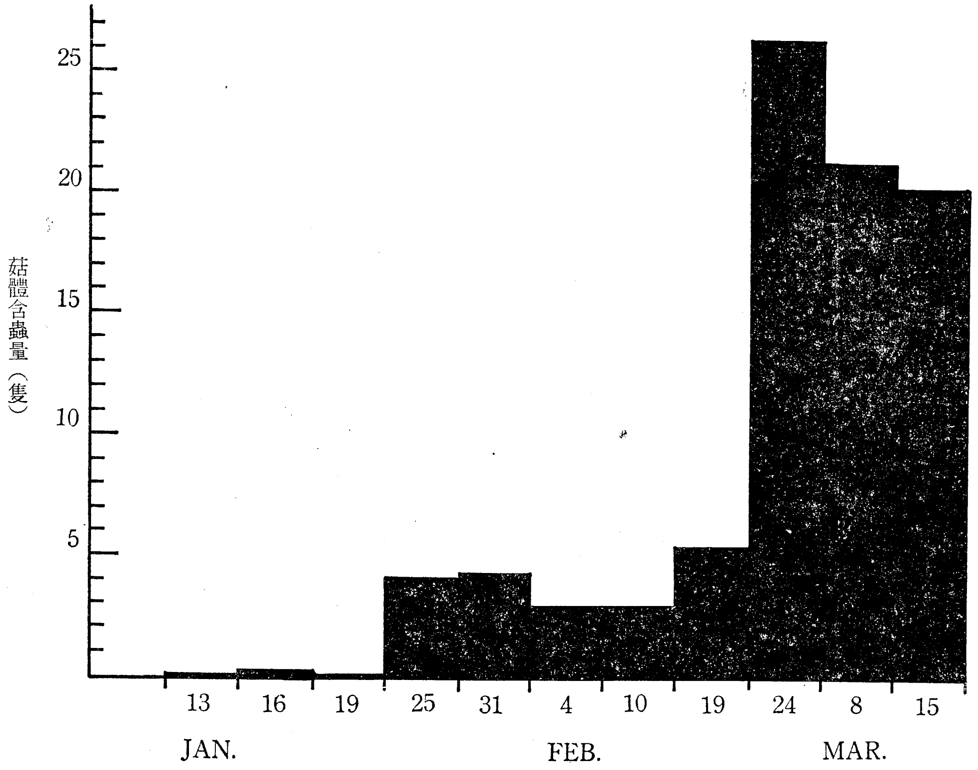


圖 1. 塑膠菇舍菇體含蟲量之消長

四 幼蟲在塑膠菇舍之發生消長

粗綠瘿蠅幼蟲雖潛伏在菇床堆肥中爲害較新鮮菌絲，但因其幼蟲頗爲活動，爬行較迅速，故能沿菇柄外表向上爬行，潛穿菌環似棉絮之組織，大部均喜潛藏於菇體內菇柄表面。調查時極少發現在菌環以下之菌柄上。此項調查在嘉義檢查40棟塑膠菇舍中菇體之含蟲數量（圖 1 ）。

粗緣瘿蠅幼蟲在塑膠菇舍之發生消長，已與過去之普通菇舍顯然不同[1]， 塑膠菇舍幼蟲在菇體之發生，在菇床出菇後30～45天始有少數幼蟲出現，而後逐漸增多，故在洋菇栽培中後期，菇體含蟲數量隨時間而增多，往往超過洋菇原料檢收標準。

粗緣瘿蠅幼蟲在菇床內或試管中，食料充足及環境適宜幼蟲均行幼體生殖。故在菇床中一旦受少數粗緣瘿蠅侵入，在堆肥中有適當濕度及發育旺盛之洋菇菌絲供作食料，繁殖極爲迅速，幼蟲生殖數量漸增而侵入菇體。茲就在柳營調查10棟塑膠菇舍，不同時期菇體含蟲數量（表 5），在12月中旬所調查者，菇體中均未發現有幼蟲，但至 1 月底第二次檢查時，10棟塑膠菇舍中所採取洋菇樣品，均含有極多之幼蟲。由此可顯示塑膠菇舍粗緣瘿蠅之發生，均在洋菇栽培之中後期。

又在柳營發生粗緣瘿蠅密度較高之塑膠菇舍進行藥劑防治試驗，於採取洋菇樣品時，發現在近通氣窗之菇床上洋菇含蟲量較多，而遠離者極少發現含蟲情形。

五　幼蟲耐溫之試驗

粗緣瘿蠅在臺灣自然環境分佈普遍，其幼蟲生長繁殖之適宜溫度，據室內觀察在 27～33°C 之間[11,23,24]，但在野外均依賴雜菌菌絲爲食料。爲探測其所受溫度因子之影響，就幼蟲耐低溫進行試驗。依據多次試驗結果（表 6），低溫處理得知中幼蟲（M, 體長2.0mm左右）在 10°C 環境下經15天即無法生存。但以小幼蟲（S, 1.2mm）在 10°C放置15天後，尙有約⅓能生存。可知幼蟲大小似對溫度之感應有所不同，小幼蟲經25天及40天成活率較少，但經60天之低溫處理幼蟲即完全無法生存。由此可見在臺灣冬季低溫期間，幼蟲在野外若要渡過寒冷多天較爲困難。

塑膠菇舍堆肥進行後醱酵，通常將完成前醱酵之堆肥搬入菇床後，即將菇舍密閉，經過一天後堆肥因在繼續醱酵，故溫度升高至 40°C 以上，然後通入蒸氣使溫度繼續上升至 60°C ，故就溫度對幼蟲之影響進行耐高溫之觀察。以水溫 40°C處理小幼蟲 6 小時，尙有 60%能生存， 並繼續繁殖，但溫度升至 45°C處理後，幼蟲之成活數僅有10%，50°C處理，則幼蟲全部無法生存。由此顯示堆肥經後醱酵之溫度，幼蟲實無法潛伏堆肥中生活。

表 5.　塑膠菇舍菇體含蟲數量之調查

菇　　舍	17/XII	28/I
1	—	2,134
2	—	1,445
3	—	240
4	—	232
5	—	91
6	—	159
7	—	230
8	—	368
9	—	199
10	—	177
平均	—	521.5

表 6.　粗緣瘿蠅幼蟲耐溫試驗

溫　　度 (°C)	處 理 時 間	供 試 蟲 數	蟲 體 大 小	成　活　數	成　活　率 (%)
10	15 days	10	M	—	—
10	15 days	20	S	6	30
10	25 days	20	S	1	5
10	40 days	20	S	1	5
10	60 days	20	S	—	—
40	6 hours	10	M	6	60
45	6 hours	10	M	1	10
50	6 hours	10	M	—	—
CK		10	M	10	100

六、休眠幼蟲之形成

粗綠癭蠅幼蟲在適宜環境及食料充足時，均行幼體生殖，但在環境不適宜，如濕度降低，或因菌絲老化，食料不足，則部分中型幼蟲（平均1.4mm）之體壁變厚而灰褐呈休眠，以渡過不良生活環境。就室內以洋菇菌絲培養幼蟲觀察其休眠幼蟲之形成列於表7。在試管中培養幼蟲於30～45天之觀察結果，各洋菇品系間似無差異，但每試管最多形成休眠幼蟲之數量，則自2.4～6.7隻。又自小幼蟲接入培養洋菇菌絲之試管中，以至開始形成休眠幼蟲之日數，約在20天左右，即在第二次幼體生殖後幼蟲長大至中型時，即因試管中部分洋菇菌絲老化及幼嫩菌絲被取食而缺乏食料，故能開始形成休眠幼蟲。

另在柳營10棟塑膠菇舍於洋菇栽培後4月初，就菇床下之泥土採取樣品檢查結果（表8），發現有少數休眠幼蟲潛伏在土中。以目前之塑膠菇舍地面幾乎全部是泥土地面，並未敷設水泥或其他東西，在洋菇栽培結束後亦無法澈底清除地面雜物及土壤，如此則菇舍地面上之泥土中可能潛伏有休眠幼蟲。

表7. 粗綠癭蠅在各洋菇菌絲上休眠幼蟲之形成

	觀察次別	培養平均溫度(°C)	培養日數	58—542	58—543	58—547	58—551	58—554
休眠幼蟲形成數	1	20.8	45	1.2	2.8	1.3	1.7	2.6
	2	26.6	40	1.1	0.2	0.3	1.0	—
	3	28.3	30	0.8	1.0	2.5	0.1	0.4
	4	30.0	36	0.3	1.2	0.6	0.9	5.2
	5	30.0	30	0.1	—	—	—	0.1
	6	30.0	35	0.7	—	—	0.1	—
	7	30.0	35	2.6	3.6	0.6	0.2	1.0
	8	30.0	40	1.1	1.5	1.2	0.9	1.4
	平均			0.99	1.29	0.81	0.61	1.34
每試管最多形成數	1	20.8	45	5	10	3	6	6
	2	26.6	40	6	1	1	2	—
	3	28.3	30	2	5	15	1	2
	4	30.0	36	2	4	3	2	20
	5	30.0	30	1	—	—	—	1
	6	30.0	35	6	—	—	1	—
	7	30.0	35	6	4	3	3	7
	8	30.0	40	8	15	3	2	4
	平均			4.5	6.5	4.7	2.4	6.7
最早形成日數	2	26.6	40	19	19	20	19	—
	3	28.3	30	20	20	20	25	23
	4	30.0	36	17	17	21	17	17
	5	30.0	30	25	—	—	—	21
	平均			20.3	18.7	20.3	20.3	20.3

表 8. 塑膠菇舍菇床下泥土中休眠幼蟲之檢查

菇舍編號	每重複土重 (gr)	重複次數	休眠幼蟲數
1	25	10	—
2	25	10	—
3	25	10	1
4	25	10	1
5	25	10	—
6	25	10	—
7	25	10	1
8	25	10	—
9	25	10	—
10	25	10	—

七　休眠幼蟲耐溫之試驗

粗緣癭蠅之生活甚爲特殊，與一般完全變態昆蟲雖無差別，但在幼蟲期之生活習性則不同，除幼蟲能以幼體生殖，且能以幼蟲呈休眠後再產生幼蟲。經將其休眠幼蟲以低溫處理，以探明其在野外之生活情形。就試驗結果（表 9），以10°C處理 1 個月尚有 50%之成活數， 2 個月有40%， 4 個月僅10%，而繼續 5 個月則無法生存，由此可見在野外冬季短暫低溫時間，似乎並不影響其休眠幼蟲之生存。

塑膠菇舍堆肥後醱酵最高溫度以不超過62°C爲原則，通常以升溫至60°C保持 6 小時以上。經就休眠幼蟲以40°C處理 6 小時，再接種於菌絲上尚有100%休眠幼蟲能產生小幼蟲而繼續繁殖，而45°C之處理仍有45%成活，至 50°C處理 6 小時後，則無法生存。可見堆肥後醱酵之溫度處理，休眠幼蟲已無法生存。

表 9. 粗緣癭蠅休眠幼蟲耐溫之試驗

溫度 (°C)	處理時間	供試蟲數	成活蟲數	成活率 (%)
10	1 month	10	5	50
10	2 months	10	4	40
10	3 months	10	1	10
10	4 months	10	1	10
10	5 months	100	—	—
40	6 hours	20	20	100
45	6 hours	20	9	45
50	6 hours	20	—	—
50	6 hours	20	—	—

八　休眠幼蟲耐久之試驗

粗緣瘿蠅幼蟲爲適應不良環境或食料缺乏而呈休眠，在得到食料及適宜環境後，即能自休眠幼蟲體內生出小幼蟲繼續繁殖。經就在室內試管中飼養所形成之休眠幼蟲，放置在乾燥之小指形管及培養皿中，在定溫箱及室溫經過一定時間，觀察休眠幼蟲生活能力。試驗結果顯示（表10），休眠幼蟲在乾燥環境下經 6 個月後，尚有甚多可以再生幼蟲，經 9 個月尚有少數能生幼蟲，經10～12個月則休眠幼蟲已死亡，不再產生幼蟲。

表 10. 休眠幼蟲耐久之試驗

經過時間	處理蟲數	成活蟲數	成活率 %	溫度
17 days	4	3	75	27～30°C
24 days	2	1	50	〃
27 days	7	2	28.6	〃
38 days	4	1	25	〃
2 months	6	3	50	〃
5.6 months	2	2	100	室溫
6 months	6	5	82.7	室溫
6.5 months	8	3	37.5	室溫
8.5 months	14	—	—	室溫
9 months	10	1	10	室溫
10.5 months	55	—	—	室溫
11.5 months	15	—	—	室溫
12 months	120	—	—	室溫

討 論 及 結 論

臺灣洋菇栽培歷史甚短，但產品主要均爲加工製罐外銷。由過去若干年在普通稻草菇舍栽培所得結果，並經從多方面加以改進，迄未能普遍達到理想單位面積產量，亦難獲得優良原料洋菇。菇農之收益無法增加，加工不但無法降低生產成本，並無法獲得理想洋菇原料，菇體之含蟲數量，普遍超過衛生檢驗標準，故在菇罐外銷事業上，時常發生多少困難問題，尤以菇罐含蟲量最成問題，曾發生外銷因未合檢驗標準而遭退貨。爲解決臺灣洋菇事業所遭遇之問題，經推廣塑膠菇舍栽培洋菇，並進行堆肥後醱酵，所得結果不但洋菇單位面積產量提高一倍以上，且原料品質優良，至60／61年期本省已全部採用塑膠菇舍栽培，並將過去零星分散之菇舍集中一處，推行共同栽培制度。塑膠菇舍栽培洋菇，除提高產量使菇農收益增加，以及減少菇床出菇初期菇體含蟲數量，但中後期菇體含蟲數量尚有發生超過檢驗標準者。

臺灣栽培之洋菇均係先後自國外引進，經試驗栽培選拔適合於臺灣氣候條件之優良品系始行推廣。就現行適應範圍較廣之栽培品系之菌絲，在不同之溫度下飼養粗緣瘿蠅幼蟲，發現在相同環境下，品系間有差異，其中以品系547、542及543在16～18°C洋菇在菇床子實體形成及發育期間，及20～24°C菌絲發育期間觀察結果，所表現之幼蟲生長時間，母幼蟲之生殖數以及經20天後之幼蟲繁殖數，均較品系551及554爲理想，由此可知以上三品系對粗緣瘿蠅幼蟲爲害較爲不利。另就新引進11個國外洋菇品系之菌絲飼養幼蟲，其中以荷蘭品系 H_2 及 H_4 所表現結果較547及542更爲理想。該二品系雖未

正式推廣，但由此可見今後似有加强品系耐蟲性檢定之必要。

塑膠菇舍原設計爲完全密閉，供堆肥後醱酵及病蟲害防治進行藥劑燻蒸，並藉通氣機使菇舍有充足新鮮空氣，故堆肥進行後醱酵時能達到理想，出菇期間亦足夠通氣。堆肥前醱酵時在露天場地堆積，因而汚染雜菌，且堆肥中由於醱酵作用所產生之溫度頗不平均，因此在堆肥中構成極複雜之微生物相，經過在塑膠菇舍中進行後醱酵後，由於受溫度之處理，堆肥中之微生物相由複雜而不利於洋菇菌絲生長，轉變爲較單純而更適洋菇菌絲生長。粗緣癭蠅幼蟲原以多種雜菌爲食料(11,24)，但在堆肥經後醱酵後所產生有利洋菇菌絲之放射菌，不但對雜菌具有强力抑制作用(7)，且亦極明顯抑制其幼蟲之生活。故對洋菇有利之放射菌應加强研究及利用。

塑膠密閉菇舍堆肥使用高溫進行後醱酵，即可抑制汚染雜菌及消滅潛伏之害蟲，但實際尙有粗緣癭蠅幼蟲在菇床出現。通常在菇床出菇30～45天開始少數幼蟲潛入菇體，由於菇床環境及食料適宜，幼蟲均以幼體生殖，故蟲口密度隨時間而增加，在洋菇栽培中後期，菇體含蟲數量均有超過檢驗標準之趨勢。此幼蟲之發生來源，可能在菇床覆土時成蟲（體軀寬度約0.25mm）由門戶侵入產卵，或由開窗後所裝設過粗紗網侵入產卵。另方面可能由覆土將幼蟲或休眠幼蟲帶上菇床繁殖爲害。

粗緣癭蠅幼蟲及休眠幼蟲耐高溫並不强，堆肥後醱酵之溫度均可致死。但休眠幼蟲之耐久性甚長，在乾燥環境經 6 個月尙有甚高成活率，經 9 個月尙有少數能生活，故覆土如附有休眠幼蟲而未加處理後使用，則可能遭受爲害。

總言之，臺灣塑膠菇舍栽培洋菇之措施，不但以密閉熱處理後醱酵改變堆肥品質及微生物相，造成不適於粗緣癭蠅侵入菇舍生活之條件，但一般菇農爲求節省通風機用電費，而加開通氣窗，裝上紗網，使成蟲可藉洋菇菌味引誘自過粗孔目侵入菇舍。又覆土材料之來源及未經加熱處理，亦可能帶有幼蟲及休眠幼蟲至菇床中繁殖爲害。故今後除注意防範成蟲外，並選優良較耐蟲性之品系栽培，始能消除菇體含蟲量之問題。

摘　　要

本省在60/61年期已全面推廣採用塑膠菇舍栽培洋菇。但以癭蠅幼蟲損害洋菇原料品質，而成爲臺灣洋菇罐頭外銷之威脅。玆就兩年來調查及試驗研究所得結果，摘述如下：

一、塑膠菇舍中爲害洋菇之癭蠅，以粗緣癭蠅 *Heteropeza pygmaea* Winnertz 最爲主要。

二、洋菇品系耐蟲之觀察　於適合洋菇栽培之溫度（16～18及20～24°C）飼養幼蟲，以現行推廣之優良洋菇542，543，547及551，554等 5 品系爲試材，各品系之每幼體生殖一世代所需時間，以生活於前三品系菌絲上之幼蟲較後二者長，生殖幼蟲數亦較少。又自英國及荷蘭引進11個尙未推廣之洋菇品系（編號E1～6及H1～5），經在15～19°C飼養幼蟲，發現生活在E1, H2及H4　3 品系菌絲上之幼蟲顯較對照品系542及547每幼體生殖世代所需時間長，而生殖幼蟲數亦少。

三、塑膠菇舍中幼蟲之發生消長　據調查在菇床出菇初期迄未發現幼蟲潛入菇體，但自出菇 1 個月後，就能發現少數幼蟲潛入菇體，其後菇體之含蟲量逐漸增多。故洋菇栽培之中後期，菇體含蟲量大部分均已超過15隻之檢驗標準。

四、幼蟲在菇床之生境　塑膠菇舍栽培洋菇，堆肥均經加熱進行後醱酵，不但可抑制堆肥前醱酵時所染之有害雜菌，並可培養高溫性之有益菌類，因此在菇床中複雜之有害微生物，由於不同溫度之處理，而變爲較單純而有利於洋菇之生長。堆肥後醱酵後所產生之大量放射菌（Actinomyces），不但對菇床上雜菌具有甚强之抑制作用，且對幼蟲生長亦生阻力。故在尙未播種前，癭蠅幼蟲實無法在菇床生存，以後由於洋菇菌絲之生長，幼蟲獲得食料乃逐漸繁殖。

五、幼蟲食性之觀察　堆肥經後醱酵處理而產生有利之放射菌及*Humicola*，經以自堆肥中分離之 2 種放射菌(代號A4及B4)飼養幼蟲，發現幼蟲不能在其菌絲上生活。以A4上加接洋菇（547）菌絲再飼養幼蟲，亦未見有正常生殖，而以 B4 上加接洋菇菌絲飼養幼蟲，僅有部分幼蟲能生殖小幼蟲。又以從堆肥中分離之 *Humicola* spp.（代號HM1, F96, Hu)之菌絲飼養幼蟲，結果尙能生活正常

。如以放射菌上（A4）分別加接 3 種*Humicola*飼養幼蟲，以A4＋HM1 幼蟲生殖數最少；A4＋F96及A4＋Hu之幼蟲生殖數，均較*Humicola*菌絲單獨飼養者爲少。

六、幼蟲及休眠幼蟲耐溫之測定　以40°，45°及50°C溫梯測定對幼蟲之致死情形，發現在 45°C 處理 6 小時尚有極少數幼蟲不能致死，而在 50°C 處理 6 小時，幼蟲及休眠幼蟲均不能生活。由此，可見堆肥後醱酵之溫度，足可將潛伏堆肥中之幼蟲及休眠幼蟲殺死。

七、幼蟲在環境適宜及食料充足時，均行幼體生殖（Paedogenesis），1 隻小幼蟲在不同溫度下經 6 ～14天可生殖一世代，平均能產生14隻小幼蟲，繁殖極爲迅速。但在較乾燥或食料菌絲老化而幼嫩菌絲缺乏時，其中型幼蟲即體壁變厚，猶似蛹殼，顏色亦變爲淡褐至褐色而呈休眠。此休眠幼蟲若在乾燥環境下，經 6 個月尚有大部份能在得到適宜環境及食料時，產生小幼蟲而繼續繁殖，經 9 個月後尚有少數能產生小幼蟲。休眠幼蟲體內小幼蟲以 1 隻爲常見，偶有 2 隻者。

八、在洋菇生長期間及堆肥中，時常發現肉食性之圍眼癭蠅（屬Cecidomyiinae）幼蟲及溝蟎（Neoparasitidae）捕食粗綠癭蠅幼蟲。

九、塑膠菇舍所開通氣窗對於粗綠癭蠅之發生影響甚大，其成蟲體軀寬度不及一般通氣窗所裝設紗網之孔目大，故成蟲受洋菇菌絲所發出氣味之引誘，即可自紗網侵入産卵，據調查得知通氣窗附近之菇體含蟲量均較高。

十、覆土材料如未經加熱消毒及覆蓋處理，則癭蠅之成蟲、卵、幼蟲及休眠幼蟲均可能帶上菇床，繁殖爲害。

參　考　文　獻

1. 林珪瑞。1969。菇癭蠅類生態之調查。臺灣區洋菇試驗研究及生産改進計劃報告 2：380～386.
2. 林珪瑞。1972。洋菇之癭蠅問題。臺灣農業 8：170～174.
3. 林珪瑞、倪秋華。1969。洋菇堆肥燻蒸法之研究及菇癭蠅生態之觀察。臺灣區洋菇試驗研究及生産改進計劃報告 2：387～393。
4. 林珪瑞、倪秋華。1971。洋菇害蟲防治試驗研究報告。臺灣區第三屆洋菇學術討論會報告 3：242～247。
5. 林萬成、洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1971。Takasacide Pyrenone 及 Safrocide 等乳劑防治黃色癭蚋幼蟲之藥效試驗。中國園藝 17：89～90。
6. 周素梅、蔡雲鵬。1968。洋菇黃色癭蠅之生態研究。中華植物保護學會會刊 10：67～72。
7. 胡開仁、宋細福。1971。洋菇堆肥微生物間關係之研究第一報。放射菌(Actinomyces)與幾種堆肥中有害菌類的生長關係探討。臺灣區第三屆洋菇學術討論會報告 3：121～126。
8. 洪錦平、蔡雲鵬。1966。動力煙霧器（Jet Fog）噴射除蟲菊精對菇蚋成蟲之藥效。檢驗雜誌 57：25～28。
9. 洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1968。56/57年期洋菇害蟲藥劑防治試驗。檢驗雜誌 82：6～29。
10. 曾壽賢、洪錦平、郭麗生、林萬成。1970。洋菇白色癭蚋幼蟲藥劑防治試驗。中國園藝 16（3）：31～34。
11. 曾壽賢、洪錦平。1971。洋菇白色癭蚋幼蟲生態之研究。中國園藝 17：142～147。
12. 蔡雲鵬。1972。Mocap粒劑對殺滅洋菇培養基上白色癭蚋幼蟲之藥效。中國園藝 18：25～26。
13. 蔡雲鵬、洪錦平、郭麗生、葉壽美、曾壽賢、游景節、柳濱南。1964。臺灣洋菇害蟲之研究。植物檢疫資料　No.3, 53pp。
14. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生、裴宏隆。1965。洋菇害蟲之研究及其防治。檢驗雜誌 43：1～10；44：25～36。
15. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢。1966。洋菇害蟲藥劑防治試驗。檢驗雜誌 54：1～9。
16. 蔡雲鵬、葉世煌、龍俐麗。1967。洋菇黃色癭蠅（*Mycophila speyeri* Barnes）繁殖之研究。

檢驗雜誌 63：1～5。

17.蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1967。55/56 年期洋菇害蟲藥劑防治試驗。 檢驗雜誌 67：1～9。

18.蔡雲鵬、陳連勝。1970。除蟲菊藥劑對洋菜培養基上洋菇菌絲生長之影響。中國園藝 16(4)：11～13。

19.臺灣區洋菇試驗研究審議小組。1967。臺灣區洋菇試驗研究及生產改進工作總報告 ：1～24.

20.嚴奉琰。1969。洋菇癭蠅生物防治之研究 。 臺灣區洋菇試驗研究及生產改進計劃報告 2：394～397。

21. Chen, Y. L. and Tsai, Y. P. 1972. The control of cecid fly pests of growing mushroom with synergised pyrethrins and with synergised allethrin. Pyrethrum Post 11 : 1–3.

22. Chung, S. L. and Snetsinger, R. 1964. Reproduction of a mushroom–infesting cecid fly. Mushroom News 12 (10) : 5–7.

23. Chung, S. L. and Snetsinger, R. 1968. Comparative effects of certain environmental factors upon the life cycles of two species of mushroom infesting cecid flies. Mushroom Sci. 7 : 247–256.

24. Jou, S. M. and Tsai, Y. P. 1969. Ecological study on the larvae of *Heteropeza pygmaea* (Diptera : Cecidomyiidae) . Plant Prot. Bull. (Taiwan) 11 : 115–122.

25. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1958. Cecid control by incorporation of insecticides in composts. Mushroom Sci. 4 : 280–285.

26. Hussey, N.W., Wyatt, I. J. and Hughes, J. T. 1960. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (I) Incorporation of insecticides into compost. Ann. appl. Biol. 48 : 336–346.

27. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1960. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushrrom beds. (II) Incorporation of insecticides in the casing layer. Ann. appl. Biol. 48 : 347–351.

28. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1962. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (III) Further experiment on control *Heteropeza pygmaea* Winn. Ann. appl. Biol. 50 : 423–429.

29. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1962. The interaction between mushroom mycelium and insect pest population. Mushroom Sci. 5 : 509–517.

30. Wyatt, I. J. 1960. Cecidomyiidae as pests of cultured mushroom. Ann. appl. Biol. 48 : 430–432.

31. Wyatt, I. J. 1963. Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae (Diptera) –II. Proc. R. ent. Soc. Lond. 38 : 136–144.

32. Wyatt, I. J. 1964. Immature stages of Lestreminae (Diptera : Cecidomyiidae) infesting cultivated mushroom. Trans. R. ent. Soc. Lond. 116 : 15–27.

33. Wyatt, I. J. 1965. The interaction of two spreading populations. Proc. 13 Intern. Congr. Ent. London : 423–425.

34. Wyatt, I. J. 1969. A laboratory method for studying the biology and control of pests in mushroom compost. Ann. app. Biol. 64 : 441–448.

35. Wyatt, I. J. 1970. The control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds by the use of thionazin. Ann. appl. Biol. 66 : 497–504.

STUDIES ON THE CECID FLY *HETEROPEZA PYGMAEA* WINNERTZ ON MUSHROOM CULTIVATED IN POLYETHYLENE TENTS [1]

Kwei-shui Lin and Chiu-hwa Ni [2]

Summary

1. This report is based on studies (1970–72) on the biology of the cecid fly *Heteropeza pygmaea* Winnertz (Cecidomyiidae : Heteropezinae) in Taipei and Chiayi, Taiwan in polyethylene tents where this cecid fly was the most abundant and destructive pest of the common cultivated mushroom *Agaricus bisporus.*

2. Under the optimum temperature for the growth of mushroom, i. e. 16–18° and 20–24°C, the mushroom strains 542, 543 and 547 appeared to be less favorable than did strains 551 and 554 to the larval development and reproductivity of this cecid fly.

3. The peak–heating of the compost used for the cultivation of mushroom was lethal to both active and dormant larvae of *Heteropeza.* Experimental results showed that 50°C treatment of the compost for 6 hrs. was sufficient to kill all larvae contained therein.

4. Two *Actinomyces* (code numbers A4 and B4) and three *Humicola* species (code numbers HM1, F96 and Hu) multiplied rapidly in the compost after the peak–heating. *Heteropeza* larvae bred fairly well on mycelia of *Humicola* alone but failed to survive on mycelia of A4 or B4 alone and could scarcely undergo normal paedogenesis on such mycelia plus those of mushroom strain 547, or those of *Humicola.*

5. *Heteropeza* larvae reproduced by paedogenesis under favorable circumstance at the rate of 6–14 days per generation. They turned darker, harder and puparium–like and went into dormance when the compost became too dry and the food too scarce or unsuitable. A single larva might have five birth to as many as inaverage 14 offsprings, and most dormant larvae survived for 6 months under dry condition, a few might even survive for 9 months.

6. The infestation of this pest was significantly higher at vicinities of ventilation openings of polyethylene tents, and the new infestation in a sterilized tent probably followed the intruding of adults (which are about 0.25mm wide) through meshes (generally 1–3mm) of the openings.

7. The seasonal fluctuation of larval population density of this pest into the mature mushroom in polyethylene tents, that there was a few larvae (under 5 inds.) at first 4–6 weeks of picking mushrooms in 100 grams of sample, and in the latter, was most abundant and frequently over 15 individuals in a sample.

8. The only natural enemies of *Heteropeza* so far noted were several unidentified predators belonging to Cecidomyiidae : Cecidomyiinae and Acarina : Neoparasitidae

---

1. Research report serial No. 642 of the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Entomologist and Research assistant, respectively.

應用微生物捕食性線蟲 *Aphelenchus avenae* 防治亞麻、黃麻腰折病之研究[1]

Studies on the Control of *Rhizoctonia* Damping-off of Flax and Jute by Mycophagous Nematode, *Aphelenchus avenae*

程 永 雄[2] 杜 金 池[3]

一、前 言

Aphelenchus avenae 是 Bastian 氏在 1865 年最早發現爲微生物捕食性線蟲（Mycophagous nematode）之一種，廣泛分佈於作物之腐爛球莖、塊莖及根等。此種線蟲由於具有這些生活習性，故一般列爲腐生性線蟲（Saprophagous）類。1936年 Christie 及 Arndt 兩氏[(3)]發現 *A. avenae* 在眞菌 *Neurospora sitophilla* 上穿刺菌絲時，攝食菌絲內容物。1963年 Mankau R. 和 Mankaus. K.[(9)]發現 *A. avenae* 易在多種眞菌類上培養繁殖。由上述各學者之研究結果，證實植物病原眞菌類爲 *A. avenae* 最適當之寄主。1964年 Barker 氏[(2)]曾報導 *A. avenae* 在 *Rhizoctonia solani* Kuhn 不同菌株上，有不同之繁殖能力，並且利用 *A. avenae* 之攝食，可以減少 *R. solani* 所引起之危害。1959 年 Rhoades 和 Linford 兩氏[(10)]應用 *A. avenae* 能有效地防治 *Pythium arrhenomanes* 所引起玉米之根腐病（Root rot）。

微生物捕食性線蟲在眞菌上，及其他寄生性線蟲在高等植物上之侵入及攝食方式，Linford 氏[(8)]曾加以描述，氏謂線蟲口針貫穿細胞壁，必須蟲體安住在土壤之顆粒及水膜之中，藉口針衝刺才告成功。然後線蟲之分泌物，進入寄主組織，使寄主之原生質適合於線蟲攝食（Doncuster）[(4)]。但亦有直接攝食細胞內容物者（Tayler, D. P & Pillai, 1967）。*A. avenae* 即屬於後者（Christiei & Arndt, Linford）[(3,7)]。

鑑於前人之研究結果，筆者等對 *A. avenae* 在引起亞麻、黃麻腰折病之病原菌 *R. solani* 上餵食習性，不同溫度、濕度對 *A. avenae* 在 *R. solani* 上繁殖之影響，以及多少線蟲量才能制止土壤內 *R. solani* 之活動等問題加以探究，期能應用 *A. avenae* 防治纖維作物的重要病害。

二、材料與方法

（一）試驗材料：

1.供試作物

亞麻：本省目前推廣之品種——臺中選一號

黃麻：本省目前推廣之品種——臺農一號

2.接種源

（1）*Rhizoctonia solani* 菌株K—1，係民國59年自本分所農場棉幼苗罹腰折病株分離鑑定

1.試驗報告農試字第六四三號、臺南棉麻試驗分所研究報告新第85號。本研究之完成得國家科學委員會之補助。稿成承農復會羅技正宗爵校閱修正，謹此申謝。

2.臺灣省農業試驗所臺南棉麻試驗分所薦任技士。

3.臺灣省農業試驗所臺南棉麻試驗分所技正兼植物保護系主任。

，並純化保存於馬鈴薯培養基，每隔月更新於馬鈴薯蔗糖培養基一次者。

（2）*Aphelenchus avenae* 係採自本分所農場棉田砂質壤土，依改良柏門氏漏斗法分離而得，經鑑定為 *A. avenae*，以 0.1% Streptomycin sulfate 表面消毒，再經無菌水（distilled water）漂洗更新4～5次，然後移接於 Potato-sugar-Agar（PSA）28°C 生長5天之 *Rhizoctonia solani* 上繁殖保存備用。

（二）試驗方法：

一、溫度對 *Aphelenchus avenae* 繁殖之影響

以1.8公分之試管裝 10ml PSA 作成斜長8公分之斜面培養基，在中央移植 *R. solani* 置於 28°C 5天，待菌絲長滿後，每支試管接 2nd 齡大小相近之 *A. avenae* 各10隻，分別置於10°C、20°C、30°C 及 40°C 等四級不同溫度之恆溫箱內，每隔10天，每處理各取出4隻試管，洗出線蟲，調查其增殖情形，比較不同溫度對 *A. avenae* 繁殖之影響，調查至一個月為止。

二、濕度對 *Aphelenchus avenae* 繁殖之影響

以消毒過 100ml 三角瓶裝經蒸氣消毒過之砂質壤土30公克接種 *R. solani* 菌絲懸浮液，三天後每瓶接種 *A. avenae* 10隻。然後依下列公式：

$$土壤含水量=\frac{B-C}{C-A}\times 100$$

B=未烘乾土重加瓶重　C=烘乾土加瓶重　A=瓶重（烘乾土重係經 105°C24hr 而測得）以無菌水調查土壤含水量，使成10、20、30及40% MHC（Moisture holding capacity）等四等級，置於 30°C 定溫箱內，每隔10天，分別取出，依遠心分離比重法調查線蟲增殖情形，以比較處理間之差異。

三、*Aphelenchus avenae* 在 *Rhizoctonia solani* 上吸食之習性

供試線蟲 *A. avenae* 自保存在試管培養之 *R. solani* 上再加無菌水洗得，經10°C 3天之飢餓處理，以供本項之餵食觀察。90cm 培養皿內置凹面載玻片一片，經乾熱殺菌，以無菌手續在載玻片之凹面上滴 15ml 之1.5% Tap-water Agar, 在其上接種 *R. solani*, 置於 28°C 1天，然後挑取經處理之 *A. avenae* 於 Agar 上，加上蓋玻片，在顯微鏡下守望觀察線蟲在 *R. solani* 上吸食之情形。

四、利用微生物捕食性線蟲 *A. avenae* 防治亞麻、黃麻腰折病

本項試驗進行前15天，在培養瓶（9cm×6cm）平板培養基上生長之 *R. solani* 上大量培養繁殖 *A. avenae*, 供接種使用。*R. solani* 是培養在 250ml Erlenmeyer flask 內之 Czapeck's solution 100 ml內，在振盪器（Shaker）16rpm, 28°C 培養5天，挑取菌絲塊，經無菌水漂洗3次，濾紙吸濕後，加等量無菌水100 ml 在 waring blender 高速攪動30秒鐘，使成菌絲懸浮液（Mycelial suspension）供接種用。為線蟲及腰折病發生調查之方便計，以陶土栽盆（12cm）盛裝無菌海沙，供下列之接種處理：

1. 每栽盆（113cm^2）接種 *A. avenae* 17,100隻，加 *R. solani* 30ml 菌絲懸浮液。
2. 每栽盆接種 *A. avenae* 8,550隻，加 *R. solani* 30ml 菌絲懸浮液。
3. 每栽盆接種 *A. avenae* 1,710隻，加 *R. solani* 30ml 菌絲懸浮液。
4. 每栽盆接種 *A. aveuae* 171隻，加 *R. solani* 30ml 菌絲懸浮液。
5. 每栽盆單獨接種 *A. avenae* 17,100隻。
6. 每栽盆單獨接種 *A. avenae* 8,550隻。
7. 每栽盆單獨接種 *A. avenae* 1,710隻。
8. 每栽盆單獨接種 *A. avenae* 171隻。
9. 每栽盆單獨接種 *R. solani* 30ml 菌絲懸浮液。
10. 對照——不接種線蟲及病原菌。

以上10種處理，每處理 4 重複，重複 3 次。置於有溫度控制設備之試驗室 28°C 左右，植物生長燈照明12小時下，分別於處理後10天、20天及30天等三種不同時期播種亞麻或黃麻。自萌芽後逐日調查病害發生情形，至15天爲止。試驗終了時小心拔取植株，鏡檢根部被害情形。罹病程度分成四等級：0＝健全，1＝地上部健全，但有輕微之根腐，2＝輕微之 Post-emergence damping-off 及根腐，3＝嚴重之 Post-emergence damping-off 及根腐，4＝腰折萎凋死亡等求罹病指數。並自每處理各採土重100公克，依遠心分離機土壤比重法，分離土壤內線蟲，調查土壤內 *A. avenae* 之密度消長情形。

三、試驗結果

一、溫度對 *Aphelenchus avenae* 繁殖之影響

A. avenae 餵食在 *R. solani* 菌上，分別置在 10°C、20°C、30°C 及40°C 等四級不同溫度下生長，並分別自處理後10天、20天及30天等三個不同時期取出，以水冲洗出線蟲，在解剖顯微鏡下調查線蟲增殖情形。在四級不同溫度下，*A. avenae* 之繁殖以 30°C 最適宜，10 天後由原來10隻增殖爲7,426隻，20天後增加爲36,312隻，至30天則增殖爲137,766隻，約增殖原先之一萬三千倍以上。次之爲 20°C，線蟲在此環境下生長，30天後其蟲口數爲53,501隻。惟在低溫 10°C 之環境下，*A. avenae* 則停止活動與繁殖，但未致死。高溫 40°C 下，線蟲即死亡。詳細如表 1 。

表 1　不同溫度對 *A. avenae* 繁殖之影響 *

Table 1. Influence of temperature on the reproduction of *A. avenae*

處理溫度 Temp. (°C)	原先線蟲接種數 Initial nematode	最後線蟲數 Final nematode					
		處理後 10 天 10 days after inoculation		處理後 20 天 20 days after inoculation		處理後 30 天 30 days after inoculation	
10 °C	10	10.0	c	5.3	c	4.7	c
20 °C	10	3913.0	b	22539.3	b	53501.3	b
30 °C	10	7426.0	a	36312.2	a	137766.3	a
40 °C	10	0	c	0	c	0	c

*1 表列數字爲四重複之平均值 (The nematode numbers were the average of 4 replications)

2 表列小體英文字母相同者係依 Duncan's 多種變域測驗法測得 5 %不顯著者 (Column means followed by the same letter were not significantly different (P＝0.05) according to Duncan's Multiple Range Test)

二、濕度對 *Aphelenchus avenae* 繁殖之影響

A. avenae 在不同土壤含水量10、20、30及40% MHC 等之 *R. soloni* 病土中生長，分別自處理後10天、20天及30天等三個不同時期取出，依遠心分離比重法收集線蟲，調查比較不同土壤含水量對線蟲繁殖之影響。得知四種處理中以 20% MHC 環境下最適宜於線蟲之繁殖，處理後10天線蟲由10隻增爲77隻，20天後增加爲144隻，至30天時增加爲266隻。其次爲在土壤濕度 10% MHC 環境下 *A. avenae* 經30天生長後 10隻增殖爲 88隻。在高土壤濕度 40% MHC 下線蟲生長不良，處理 30天後線蟲即有逐漸死亡之現象。（表 2）

三、*Aphelenchus avenae* 在 *Rhizoctonia solani* 之吸食習性

供試捕食性線蟲 *A. avenae* 在腰折病原菌 *R. solani* 上吸食習性，在顯微鏡下觀察結果，線蟲

表 2　不同土壤濕度對 *A. avenae* 繁殖之影響*

Table 2. Influence of soil moisture on the reproduction of *A. avenae*

土壤濕度 Soil Moisture (%MHC)	原先線蟲接種數 Initial nematode	最後線蟲數 Final nematode 處理後10天 10 days after inoculation		處理後20天 20 days after inoculation		處理後30天 30 days after inoculatipon	
10% MHC	10	30.0	bc	72.0	b	88.5	b
20% MHC	10	77.5	a	144.5	a	266.0	a
30% MHC	10	38.5	b	44.5	bc	52.0	c
40% MHC	10	17.5	c	19.5	c	8.0	d

*1 表列數字爲四重複之平均值 (The nematode numbers were the average of 4 replications)

2 表列小體英文字母相同者係依 Duncan's 多種變域測驗法測得 5 %不顯著者 (Column means followed by the same letter was not significantly different (P=0.05) according to Duncan's Multiple Range Test)

之吸食腰折病原菌之細胞之內容物在10～15秒鐘瞬間即吸空，如圖 1 。

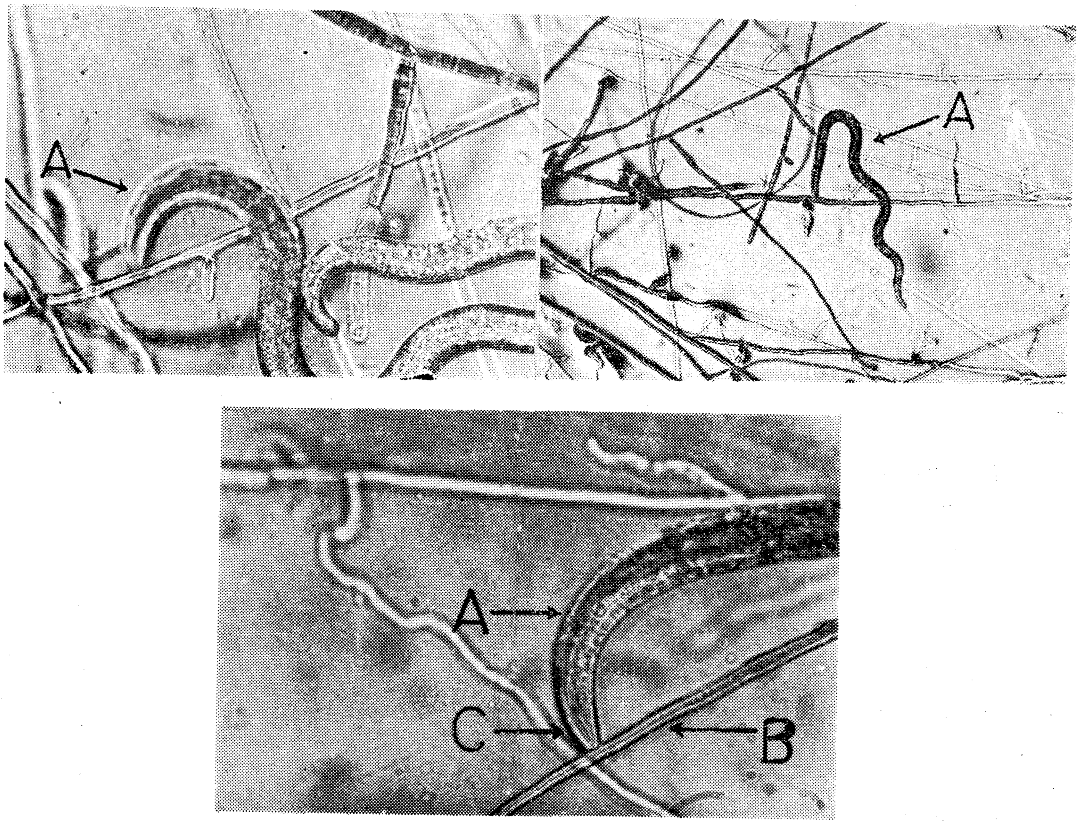


Fig. 1　*Aphelenchus avenae* feeding on *Rhizoctonia solani* : A. *Aphelenchus avenae*. B. *Rhizoctonia solani*. C. Stylet of nema.

四、利用微生物捕食性線蟲 *Aphelenchus avenae* 防治亞麻、黃麻腰折病

利用能捕食 *R. solani* 之線蟲 *A. avenae* 分成每栽盆 (113cm^2) 17,100隻、8,550隻、1,710隻及 171隻等四種不同線蟲接種數，以防治亞麻腰折病發生。分別於處理後 10天、20天、30天等三個不同時期播種亞麻。自萌芽後逐日調查腰折病之發生情形，至15天拔取植株，調查根腐 (Root rot) 情形，發現每栽盆線蟲接種數以 8,550隻最能防治腰折病之發生。 處理後10天方播種亞麻者，罹病指數僅爲0.16，處理後20天播種者爲0.17，處理後30天播種者罹病指數爲○，完全有效控制腰折病之發生。其次爲每栽盆接種 1,710隻者，亦有良好之防治效果，處理後 10天播種者其罹病指數僅0.69，處理後20天播種者爲0.51，處理後30天才播種者爲0.34 (表 3) 。然而每栽盆接種17,100隻線蟲者罹病指數反而有增加之趨勢。分別於處理後10天、20天及30天播種者其罹病指數各别爲0.93、0.69及0.51。利用 *A. avenae* 防治黃麻腰折病之發生亦得相同之結果，每栽盆接種1,710隻，10天後播種黃麻者其罹病指數爲 9.43，處理後30天播種者其罹病指數減少爲 2.08。每栽盆接種8,550隻，10天後播種者其罹病指數爲 13.04，處理後30天播種者其罹病指數減少爲3.71。每栽盆接種 17,100隻，30天後播種者其罹病指數反增加爲18.24 (表 3) 。單獨接種線蟲對亞麻、黃麻植株之生長並無影響。

表 3　利用 *Aphelenchus avenae* 防治亞麻、黃麻腰折病之效果

Table 3. The efffect of inoculum concentration of *Aphelenchus avenae* on damping-off development on flax and jute

接種源 Inoculum	亞麻 (Flax)					
	處理後10天播種 Sowed at 10 days after inoculation	處理後20天播種 Sowed at 20 days after inoculation	處理後30天播種 Sowed at 30 days after inocuation	處理後10天播種 Sowed at 10 days after inoculation	處理後20天播種 Sowed at 20 days after inoulation	處理後30天播種 Sowed at 30 days after inoculation
	罹病指數 (Disease index)			最後線蟲數 (Final namatodes /pot)		
Rhizoctonia solani	28.61 b	30.98 b	27.08 b	0 g	0 g	0 f
R. solani +17,100 nematodes	0.93 a	0.69 a	0.51 a	778 a	425 a	361 a
〃 + 8,500 〃	0.16 a	0.17 a	0 a	442 b	348 b	242 b
〃 + 1,710 〃	0.69 a	0.51 a	0.34 a	166 d	119 de	55 c
〃 + 171 〃	3.87 a	2.21 a	0.85 a	111 ef	64 fg	42 ef
17,100 nematodes	0 a	0 a	0 a	435 b	250 c	193 c
8,500 〃	0 a	0 a	0 a	295 c	156 d	131 d
1,710 〃	0 a	0 a	0 a	139 de	90 ef	25 ef
171 〃	0 a	0 a	0 a	48 fg	28 g	15 ef
Control	0 a	0 a	0 a	0 g	0 g	0 f

接種源 Inoculum	黃麻 (Jute)					
	處理後10天播種 Sowed at 10 days after inoculation	處理後20天播種 Sowed at 20 days after inoculation	處理後30天播種 Sowed at 30 days after inoculation	處理後10天播種 Sowed at 10 days after inoculation	處理後20天播種 Sowed at 20 days after inoculation	處理後30天播種 Sowed at 30 days after inoculation
	罹病指數 (Disease index)			最後線蟲數 (Final nematodes /pot)		
Rhizotonia solani	34.23 c	39.49 d	47.18 d	0 e	0 e	0 e
R. solani + 17,100 nematodes	13.82 b	17.64 c	18.24 c	810 a	756 a	427 a
〃 + 8,500 〃	13.04 b	10.00 abc	3.71 abc	330 c	334 b	185 b
〃 + 1,710 〃	9.43 ab	6.02 ab	2.08 ab	194 d	189 c	126 bc
〃 + 171 〃	14.34 b	13.23 bc	16.67 bc	198 d	136 cd	55 cde
17,100 nematodes	0 a	0 a	0 a	438 b	318 b	184 b
8,500 〃	0 a	0 a	0 a	334 c	168 cd	102 bcd
1,710 〃	0 a	0 a	0 a	164 de	99 de	43 cde
171 〃	0 a	0 a	0 a	81 e	39 e	20 de
Control	0 a	0 a	0 a	0 e	0 e	0 e

*1. 表列數字爲四重複之平均值，每栽盆視同一重複，重複試驗 3 次（本試驗在室溫 28-30°C 土壤濕度 20-25 % MHC下進行）
(The nematode numbers were the average of 4 replications, each pot was considered as a replication)

2. 最後線蟲數爲種子萌芽後15天之調查結果，依遠心分離機比重法分離而得。
(Final nematode numbers were obtained by using centrifuge method at 15 days after seed germination)

3. 表列小體英文字母相同者係依 Duncan's 多種變域測驗法則得 5 %不顯著者。
(Column means followed by the same letter was not significantly different (P=0.05) according to Dancan's Multiple Rage Test)

四、討論與結論

利用 *A. avenae* 4種不同線蟲濃度與 *R. solani* 病土內接混合接種試驗結果，顯示在每栽盆（113cm²）*R. solani* 病土內接種線蟲1,710～8,550隻，能有效防治亞麻、黃麻腰折病發生。線蟲接種數過多（17,100隻/113cm²）其防治效果反而不良。反之，線蟲接種數（171隻/113cm²）過少，結果亦不良。*Klink* 和 *Barker*(6) 曾報告若土壤中線蟲密度過高，則有多數線蟲侵害根羣，線蟲在根羣生存與繁殖可加速根部之衰退。然而每 113cm² 之病土內接種線蟲1,710～8,550隻之處理則僅有相當少之線蟲侵入根部。又在播種前預先接種 *A. avenae* 更能有效防治腰折病發生。在播種前30天每栽盆 *R. solani* 病土內接種 *A. avenae* 1,710～8,550隻，其防治效果最爲顯著。Barker[2] 報導

*A. avenae*吸食破壞 *R. solani* 是在後者侵入寄主植物前或正侵入中進行之，本試驗之結果亦同（表3）。

溫度是影響 *A. avenae* 繁殖之一重要環境因子，在適當之溫度 30°C，*A. avenae* 餵食在 *R. solani* 上經過30天可增殖原先線蟲數一萬三千倍之多，在低溫 10°C 下線蟲停止生長與繁殖，在高溫 40°C 經10天即死亡。土壤濕度與線蟲之繁殖亦有密切關係，一般當土壤濕度增加時可減少土壤中線蟲之生存數，而以土壤濕度 20% MHC 對線蟲之繁殖最適宜。

A. avenae 在 *R. solani* 之吸食習性，餵食前頭唇部不停左右擺動進行探索，一直到唇部與菌絲細胞接觸，頭唇部與細胞成垂直狀（圖1），然後靠口針衝刺數次而貫穿細胞壁，吸取細胞內容物（8）。*A. avenae* 在 *R. solani* 菌絲上餵食，一個細胞之內容物在10～15秒鐘內即被吸空。

總之，在適當之溫度與土壤濕度下，每栽盆（113cm²）之 *R. solani* 病土內接種 *A. avenae* 1,710—8,550隻，能有效防治亞麻、黃麻腰折病之發生。至於田間應用，實有待更進一步對線蟲之生態及土壤微生物相之研究。

五、摘　　要

應用捕食性線蟲 *Aphelenchus avenae* 防治亞麻、黃麻腰折病，室內盆栽試驗結果，發現在每栽盆 (113cm²) *Rhizoctonia solani* 病土內接種 *A. avenae* 1,710—8,550 隻，能有效防治亞麻、黃麻腰折病之發生，接種之線蟲數過多或過少，均無良好防治效果。

A. avenae 在 *R. solani* 之菌絲上餵食，一個細胞的內容物在15秒鐘內即可被吸空。線蟲在餵食前其頭唇部左右擺動探索，直至與菌絲細胞接觸，而口針與細胞壁成垂直狀。

在適當溫度 30°C 下，*A. avenae* 之繁殖速度最快，而過於低溫 10°C 或高溫 40°C 均不良於生長。土壤濕度亦是影響線蟲繁殖之一重要因子，一般在高土壤濕度 40%MHC 環境下，線蟲生存數目會逐漸減少，而在土壤濕度 20%MHC 下，最適宜於 *A. avenae* 之繁殖生長。

六、參考文獻

1. Anderson, R. V. (1964). Feeding of *Ditylenchus destructor*. Phytopathology 54 : 1121-1126.
2. Barker, K. R. (1964). on the disease reduction and reproduction of the nematode *Aphelenchus avenae* on isolates of *Rhizoctonia solani*. Plant Dis. Reptr. 48 : 428-432.
3. Christie, J. R., & Arndt, C. H. (1936). Feeding habits of the nematodes *Aphelenchoides parietinus* and *Aphelenchus avenae*. Phytopathogy 26 : 698-701.
4. Doncaster, C. C. (1966). Nematode feeding mechanisms. 2. Observations on *Ditylenchus destructor* and D. *myceliophagus* feeding on *Botrytis cinerea* Nematologica 12, 417-427.
5. Hechler, H. C. (1962). The description, feeding habits and Life-history of *Neotylenchus linfordi* n. sp., *mycophagous* nematode. Proc. helminth. Sob . Wash. 24, 19-27.
6. Klink J. W. & Barker, K. R. (1968). Effect of *Aphelenchus avenae* on the surval and *p*athogenic activity of root-rotting fungi. Phytopathology 58 : 230-232.
7. Linford, M. B. (1937a). The feeding of some hollow-stylet nematodes. Proc. helminth. Soc. Wash. 4. 42-46.
8. ________. (1942). The transient feeding of root-knot nematode larvae. Phytopathology 32 : 580-589.
9. Mankau, R., & S. K. Mankau. (1963). The role of *mycophagous* nematodes in the soil. I. The relationships of *Aphelenchus avenae* to phytopathogenic fungi, p. 271-280. In J. Doeksen and F. van der Drift ed. Soil organisms. North-Holland publ. Co., Ams-

terdam.
10. Rhoades, H. L., and Linford, M. B. (1959). Control of *Pythium* root rot by the nematode *Aphelenchus avenae*. Plant Dis. Reptr. 43 : 323–328.

STUDIES ON THE CONTROL OF *RHIZOCTONIA* DAMPING-OFF OF FLAX AND JUTE BY MYCOPHAGOUS NEMATODE, *APHELENCHUS AVENAE*[1]

by

Yung-Hsiung Cheng and Chin-Chyu Tu[2]

Summary

The results showed that, in general, for all the fungus–nematode combinations studied, an inital population of *A. avenae* at approximately 1710–8550 nematodes gave the best control of flax damping–off in 133cm^2 of *R. solani* sick soil. Both higher and lower populations gave poorer control of the disease. Similar resuslts were obtained from *Rhizoctonia* daming–off of Jute.

A. avenae removed cell contents of hyphal cell of *R. solani* in a feeding cycle of about 15 sec. duration. The nematodes probed with its lips before feeding, turning its head from side to side until its lips touched a host cell. The nematode oriented its stylet against the cell wall at a right angle to the cell surface.

The rate of population increae of *A. avenae* was great at moderate temperature (30°C), and was least at both very low (10°c) or very high temperature (40°C). Soil moisture was also an important environmental factor affecting population growth. In general, the number of nematodes surviving in soil decreased with the increase of soil moisture. The optimum growth soil moisture was 20%MHC.

---

1. Serial No. (Q) 643. This research work was accomplished with the financial support of the National Science Council to the first author.
2. Plant Pathologist, and Senior Plant Pathologist, and Chief of Plant Protection Department, The Fiber Crops Experiment Station, TARI.

Vol. 23, No. 1 March, 1974

JOURNAL OF
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

CONTENTS

Studies on the Hybrid Vigor of Rice

Ⅲ. The responses in grain yield and yield components of F2 populations and varieties under four different growing conditions ....Y. C. Teng and T. H. Hsu......... 1

Studies on the Inheritance of Grain Shape of Rice......Te-mei Chang......... 9

Studies on the Physiologic Races of Rice Blast Fungus, *Pyricularia oryzae* Cav. ....C. C. Chien.........16

Studies on Keeping Quality of Vegetable and Fruit by Controlling Atmosphere in a Permeable Film Package(1).........Shue-cheng Lin.........38

Mass Production and Field Liberation of a Larval Parasite (*Apanteles plutellae*) of the Diamondback Moth.................. .... Shui-chen Chiu, Ching-chin Chien 48

Studies on the Cecid Fly *Heteropeza Pygmaea* Winnertz on Mushroom Cultivated in Polyethylene Tents .... Kwei-shui Lin and Chiu-hwa Ni 60

Studies on the Control of *Rhizoctonia* Damping-off of Flax and Jute by Mycophagous Nematode, *Aphelenchus avenae*......................... ....Y. H. Cheng and C. C. Tu...................................75

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

內政部出版事業登記證內版臺誌字第二一二四號
中華郵政臺字第二〇七六號登記爲第一類新聞紙類